COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 OCTOBRE 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter comme lecteur dans la séance publique annuelle des cinq Académies, qui doit avoir lieu le mercredi 28 octobre prochain.

M. **Cahours**, en présentant à l'Académie le tome II de la 3e édition de son « Traité de Chimie organique », s'exprime comme il suit :

« Ce volume renferme : 1° l'histoire des phénols, ces curieux isomères des alcools de la série aromatique, dont les applications tendent à s'étendre de jour en jour;

» 2° Celle des aldéhydes et des acides monobasiques qui s'y rattachent, ainsi que celle des acétones, qu'on peut en faire dériver si facilement et qui ne sont autres que des aldéhydes substituées. J'ai cru devoir entrer dans d'assez grands développements au sujet des aldéhydes vinique et benzoïque, ainsi qu'à l'égard des acides acétique et benzoïque qui résultent de leur oxydation, en raison de l'importance qu'ils présentent, tant au point de vue purement spéculatif qu'à celui de leurs applications.

» 3° Je fais suivre cette étude de celle des radicaux de ces acides, de leurs anhydrides et de leurs peroxydes, composés qui présentent, les uns par rapport aux autres, des relations semblables à celles qu'on observe entre l'hydrogène, l'eau et le peroxyde d'hydrogène.

» 4° Je passe ensuite en revue, dans un chapitre spécial, les différents acides amidés qui dérivent des acides précédemment étudiés par la substitution de AzH^2 à H, dont le *glycocolle* ou *acide acétamique* peut être considéré comme le type.

» 5° Le chapitre qui succède au précédent est consacré à l'étude des phénols diatomiques, et particulièrement à celle de l'orcine, qui en est le représentant le plus important.

» 6° J'aborde ensuite l'étude des *glycols* ou alcools diatomiques, composés plein d'intérêt, dont la découverte, due à notre savant confrère M. Wurtz, est devenue la source d'importants travaux qui ont répandu la plus vive lumière sur l'histoire des alcools polyatomiques.

» 7° Dans les chapitres suivants j'étudie : 1° les acides monobasiques et diatomiques qui se rattachent à ces glycols, tels que l'acide lactique (et ses isomères), le plus important de ces composés dans la série grasse, ainsi que les divers acides oxybenzoïques qui leur correspondent dans la série aromatique; 2° les acides tout à la fois bibasiques et diatomiques qui en dérivent par une oxydation plus énergique, tels que l'acide oxalique et ses nombreux homologues.

» 8° Je termine enfin ce volume par l'étude des acides polyatomiques et polybasiques qu'on avait crus jusqu'alors ne pouvoir se produire qu'au sein de l'organisme végétal et dont on a pu réaliser successivement la synthèse depuis une quinzaine d'années, à l'aide de méthodes d'une simplicité parfaite. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur les conditions de résistance des chaudières cylindriques;* par M. H. RESAL.

« Le calcul des épaisseurs des fonds des chaudières cylindriques présente de très-grandes difficultés. Cependant j'ai pu, en 1860, en partant des hypothèses qui servent de base à la théorie de la résistance des matériaux, établir l'équation différentielle de la forme qu'affecte un fond de révolution (*) lorsqu'il est soumis à une pression intérieure; toutefois

(*) *Annales des Mines*, 1870.

je n'ai pu en tirer de conséquences que dans le cas d'un fond plat.

» Mais, dès 1850, Lamé (*) avait cherché à éluder la difficulté en établissant, par l'application de la théorie mathématique de l'élasticité, la relation qui doit exister entre les épaisseurs du fond et du corps cylindrique, pour que ces deux pièces se comportent comme si elles appartenaient respectivement à une sphère complète et à un cylindre indéfini, ce qui l'a conduit à énoncer la règle suivante :

» *Le rapport des épaisseurs du corps cylindrique et du fond doit être égal aux $\frac{7}{3}$ de l'inverse du rapport des rayons.*

» Lamé a donné le nom de *chaudières à fonds compensateurs* aux générateurs qui satisfont à cette condition.

» Au lieu de $\frac{7}{3}$, on obtient 2 en faisant l'application de la théorie de la résistance des matériaux.

» Mais Lamé, en établissant sa règle, ne paraît pas s'être préoccupé de savoir si le mode d'agencement des fonds et du corps cylindrique en rend toujours possible l'application. Il y a donc là une question à résoudre, et que je crois avoir traitée complétement dans ce travail en partant des hypothèses admises dans la théorie de la résistance des matériaux. Comme on le verra dans ce qui suit, je suis arrivé notamment aux résultats suivants : pour des rayons donnés du corps cylindrique et des fonds, l'angle au centre de la section méridienne de chaque fond et le rayon de la surface canal qui se raccorde avec le cylindre ont des valeurs complétement déterminées; la compensation est impossible lorsque le rapport des rayons du fond et du corps cylindrique dépasse 1,40.

Conditions de résistance d'une enveloppe cylindrique terminée par deux fonds identiques adaptés de la même manière et soumise a une pression intérieure.

Soient (*fig.* 1) :

E le coefficient d'élasticité de la matière;

R le rayon moyen de l'enveloppe;

e son épaisseur;

Cx la génératrice moyenne de l'une des sections faites avant la déformation par un plan passant par l'axe OO_1;

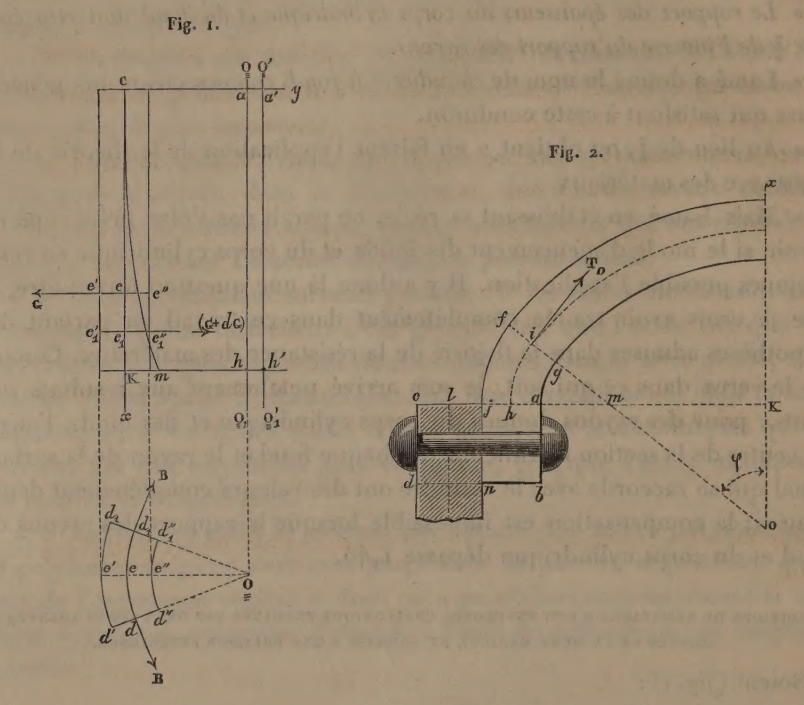
Ca la trace sur ce plan de l'équateur, c'est-à-dire du parallèle du milieu de la pièce.

Après la déformation, le lieu géométrique des lignes, telles que Cx, est

(*) *Compte rendu* de la séance du 18 janvier 1850.

une surface de révolution ayant OO_1 pour axe, dont le plan équatorial aC est un plan de symétrie; le point C de Cx s'est éloigné du point a, mais la tangente en ce point de la génératrice déformée est normale à Oa.

» Cela posé, concevons que l'on transporte la section déformée parallèlement à Ca, de manière à ramener la position finale du point matériel C à coïncider avec sa position primitive. Soient alors Cm ce que devient la génératrice déformée, $O'O'_1$ la position que prend l'axe OO_1.



» Choisissons C pour origine des coordonnées et aC pour axe des y.

» Considérons un élément de volume déterminé : 1° par deux plans méridiens $Od''d'$, $Od''_1 d'_1$, symétriques par rapport au plan yCx, représenté en projection horizontale par $Oe''ee'$, et faisant entre eux l'angle $d\theta$; 2° par deux plans $e'e''$, $e'_1 e''_1$, perpendiculaires à Cx et distants de dx.

» Après la déformation, les circonférences des parallèles restant normales aux plans méridiens, il n'y a pas de composantes de glissement dans les faces $d'd''$, $d'_1 d''_1$. Le glissement dans la face $e'e''$ étant nécessairement compris dans le plan méridien, la composante de glissement correspondante est parallèle à Cy.

» Soient maintenant, par unité de surface,

G, $-(G + dG)$ les composantes de glissement parallèles à Cy dans les faces $e'e''$, $e'_1e''_1$;

B la composante de dilatation normale à l'une ou l'autre des faces $d'd''$, $d'_1d''_1$;

p la différence des pressions intérieure et extérieure exercées sur l'enveloppe.

Nous supposerons que le rapport $\frac{e}{R}$ est assez petit pour que l'on puisse considérer la pièce comme étant uniquement sollicitée par la pression p agissant sur la surface cylindrique moyenne de l'enveloppe.

» En projetant sur OC les forces qui sollicitent l'élément de volume $e'd'_1d''_1d''e''d'e'_1e''_1$, on obtient l'équation

$$-\mathrm{R}e\,d\theta\,dG - \mathrm{B}e\,dx\,d\theta + p\mathrm{R}\,d\theta\,dx = 0$$

ou

$$(1)\qquad \mathrm{B} + \mathrm{R}\frac{dG}{dx} = \frac{p\mathrm{R}}{e}.$$

» La traction longitudinale exercée sur ces faces $e'e''$ et $e'_1e''_1$ est la même que si le cylindre était indéfini et a pour valeur

$$(1')\qquad \mathrm{T}_1 = \frac{\pi\mathrm{R}^2 p}{2\pi\mathrm{R}e} = \frac{\mathrm{R}p}{2e}.$$

» Les moments des couples élastiques développés dans les sections $d'd''$, $d'_1d''_1$ sont

$$-\mathrm{E}\frac{e^3}{12}\frac{d^2y}{dx^2}\mathrm{R}\,d\theta,$$

$$\mathrm{E}\frac{e^3}{12}\left(\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{d^3y}{dx^3}dx\right)\mathrm{R}\,d\theta.$$

» Des forces qui sollicitent l'élément de volume, la composante $G + dG$ donne seule un moment du second ordre par rapport au milieu e de $e'e''$; en exprimant que la somme de ce moment,

$$\mathrm{G}e\mathrm{R}\,d\theta\,dx,$$

et des deux précédents est nulle, on trouve

$$(2)\qquad \mathrm{E}\frac{e^2}{12}\frac{d^3y}{dx^3} = -\mathrm{G};$$

et après avoir différentié par rapport à x, puis éliminé G au moyen de

l'équation (1),

$$(3)\qquad E\frac{e^3 R}{12}\frac{d^4 y}{dx^4} = Be - pR.$$

Cette équation est satisfaite par

$$y = 0, \quad pR = Be,$$

ce qui correspond au cas d'une enveloppe cylindrique indéfinie.

» Soient k, h, h' les points où l'ordonnée du point m rencontre Cx, OO_1, $O'O'_1$; on a

$$h'm - hk = h'h + hm - (hm + mk) = hh' - mk = \delta R - y,$$

en désignant par δR le déplacement réel du sommet C de Cm ou la variation éprouvée par le rayon de l'équateur. L'allongement relatif de la ligne matérielle ed, intersection du cylindre de rayon R avec le plan $e'e''$, est le même que celui du rayon du parallèle auquel elle appartient et a pour expression

$$\frac{h'm - hk}{hk} = \frac{\delta R - y}{R},$$

d'où

$$(4)\qquad B = E\frac{\delta R - y}{R},$$

et l'équation (3) devient

$$(5)\qquad \frac{d^4 y}{dx^4} = \frac{12}{R^2 e^2}\left(\delta R - \frac{pR^2}{Ee} - y\right).$$

En posant

$$(6)\qquad \alpha = \frac{\sqrt[4]{12}}{\sqrt{2Re}}$$

et désignant par A, A', B, B' quatre constantes arbitraires et par ε la base du système de logarithmes népériens, l'intégrale de cette équation est

$$(7)\quad y = \delta R - \frac{pR^2}{Ee} + \varepsilon^{\alpha x}(A\cos\alpha x + B\sin\alpha x) + \varepsilon^{-\alpha x}(A'\cos\alpha x + B'\sin\alpha x),$$

et renferme cinq arbitraires, δR, A, B, A', B'.

» On a d'abord

$$y = 0, \quad \frac{dy}{dx} = 0 \quad \text{pour } x = 0,$$

ce qui donne

$$A + A' = \frac{pR^2}{Ee} - \delta R,$$

$$A - A' + B + B' = 0.$$

Comme la courbe Cm est normale à Ca, il n'y a pas de glissement dans la section correspondante, où $G = 0$, pour $x = 0$, ou encore, d'après l'équation (2),

$$\frac{d^3 y}{dx^3} = 0 \text{ pour } x = 0,$$

ce qui se traduit par la relation

$$A' - A + B + B' = 0,$$

d'où

$$A = A' = \frac{1}{2}\left(\frac{pR^2}{Ee} - \delta R\right),$$
$$B = -B',$$

et l'équation (5) devient

$$(8)\quad y = \frac{1}{2}\left(\frac{pR^2}{Ee} - \delta R\right)\left[-2 + (\mathrm{E}^{\alpha x} + \mathrm{E}^{-\alpha x})\cos\alpha x\right] + B(\mathrm{E}^{\alpha x} - \mathrm{E}^{-\alpha x})\sin\alpha x],$$

et l'on n'a plus qu'à établir, en faisant entrer en ligne de compte les conditions relatives aux extrémités, les deux relations qui doivent permettre de déterminer B et δR.

RELATION QUI DOIT EXISTER ENTRE LES ÉPAISSEURS DU CORPS CYLINDRIQUE D'UNE CHAUDIÈRE ET LES FONDS SPHÉRIQUES QUI LA TERMINENT, POUR QUE LES TENSIONS ÉLASTIQUES DÉVELOPPÉES DANS CES DERNIERS SOIENT LES MÊMES QUE S'ILS FAISAIENT PARTIE D'UNE ENVELOPPE SPHÉRIQUE COMPLÈTE.

« La partie sphérique de chaque fond se raccorde par une surface canal d'un très-petit rayon avec un anneau cylindrique dont le rayon extérieur est égal au rayon intérieur du corps de la chaudière auquel il est fixé par des rivets.

» La *fig.* 2 représente la moitié d'une section méridienne faite à l'une des extrémités de la chaudière.

» Soient

Ox l'axe de la chaudière;

$2l$ la longueur du corps cylindrique;

ck la trace du plan perpendiculaire à cet axe qui renferme l'extrémité cj du corps et la naissance aj du fond;

$e = cj$, $e_0 = aj$ les épaisseurs du corps et du fond;

$R = kl$ le rayon moyen du corps;

O le centre du fond;

fgO le rayon aboutissant à la naisance de la partie sphérique;

$\varphi = f\,Ox$ l'angle qu'il forme avec l'axe;

$Oi = \rho_0$ le rayon moyen du fond;

m le point de rencontre de Of avec ck, qui est le centre de l'arc de raccordement ih, dont nous désignerons par γ le rayon hm.

On a

$$hi = \gamma\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right),$$

puis

$$\gamma + mk = \mathrm{R} - \frac{e + e_0}{2}, \quad mk = \mathrm{O}m \sin\varphi = (\rho_0 - \gamma)\sin\varphi,$$

d'où

$$(9) \qquad \gamma(1 - \sin\varphi) = \mathrm{R} - \frac{e + e_0}{2} - \rho_0 \sin\varphi.$$

» Soient enfin nb l'extrémité de la couronne du fond et d l'intersection du prolongement de la droite nb avec la surface extérieure du corps.

» Par sa faible longueur, son épaisseur relative, l'influence des rivets, la couronne $abcd$ peut être considérée comme n'éprouvant pas de flexion, de sorte que l'on a $\frac{dy}{dx} = 0$ pour $x = l$, et l'équation (8) donne par suite

$$(10) \qquad \mathrm{B} = \frac{1}{2}\left(\frac{p\mathrm{R}^2}{\mathrm{E}e} - \delta\mathrm{R}\right)\left[\frac{(\mathrm{E}^{\alpha l} + \mathrm{E}^{-\alpha l})\sin\alpha l - (\mathrm{E}^{\alpha l} - \mathrm{E}^{-\alpha l})\cos\alpha l}{(\mathrm{E}^{\alpha l} + \mathrm{E}^{-\alpha l})\sin\alpha l + (\mathrm{E}^{\alpha l} - \mathrm{E}^{-\alpha l})\cos\alpha l}\right].$$

» Il nous faut maintenant exprimer que la dilatation en h, qui est sensiblement égale à celle qui a lieu en i, est la même qu'au milieu de nd.

» D'après la condition que nous nous sommes imposée, la tension élastique dans le fond devant être $\mathrm{T}_0 = \frac{p\rho_0}{2e_0}$, nous sommes conduit à poser

$$\frac{p\rho_0}{2e_0} = \mathrm{E}\frac{\delta\mathrm{R} - y}{\mathrm{R}} \quad \text{pour} \quad x = l,$$

d'où

$$(11) \qquad \delta\mathrm{R} - \frac{p\rho_0\mathrm{R}}{2\mathrm{E}e_0} = \frac{1}{2}\left(\frac{p\mathrm{R}^2}{\mathrm{E}e} - \delta\mathrm{R}\right)[-2 + (\mathrm{E}^{\alpha l} + \mathrm{E}^{-\alpha l})\cos\alpha l] + \mathrm{B}(\mathrm{E}^{\alpha l} - \mathrm{E}^{-\alpha l})\sin\alpha l,$$

et les équations (10) et (11) permettront de déterminer B et R.

» Elles sont satisfaites par les valeurs

$$\mathrm{B} = 0, \quad \delta\mathrm{R} = \frac{p\mathrm{R}^2}{\mathrm{E}e},$$

si entre e et e_0 on a la relation

(12) $$\frac{e}{e_0} = \frac{2R}{\rho_0},$$

ce qui n'est autre chose que celle que nous avions en vue d'établir.

» L'ordonnée y étant nulle, l'enveloppe cylindrique se comportera comme si elle était infinie.

» Le corps cylindrique est généralement en fer à la houille; il en est de même des fonds lorsqu'ils sont hémisphériques et formés de segments cloués les uns aux autres; mais pour les fonds méplats qui sont emboutis on emploie du fer au bois, qui est bien plus résistant que le fer puddlé.

» Pour établir une chaudière, on devra d'abord calculer e au moyen de la formule

$$e = \frac{pR}{\Gamma},$$

Γ étant la tension élastique maximum qu'on peut, avec sécurité, faire supporter à la tôle à la houille; l'équation (12) fera ensuite connaître e_0. En raison de la température élevée à laquelle doit être soumise la tôle et pour faire la part de la clouure, on devra réduire Γ à $3^k \times 10^6$.

» Avant d'aller plus loin, nous remarquerons que la projection de la surface ag sur le plan, ayant ck pour trace, est

$$\pi\left[\left(R - \frac{e}{2} - e_0\right)^2 - (\rho_0 - e_0)^2 \sin^2\varphi\right].$$

» Considérons maintenant l'anneau dont la section méridienne est $fgajedb$, et exprimons que la somme des projections sur Ox des forces qui le sollicitent est nulle : nous aurons

$$-T_1 Re + p\left[\left(R - \frac{e}{2} - e_0\right)^2 - (\rho_0 - e_0)^2 \sin^2\varphi\right] + T_0\, \rho_0\, e_0 \sin^2\varphi + p\rho_0\, e_0 = 0,$$

ou, en remplaçant T_1 et T_0 par leurs valeurs et éliminant e au moyen de l'équation (12),

$$\frac{R^2}{\rho_0^2}\left[1 - \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\rho_0}{R}\right)\frac{e}{R}\right]^2 - \left(1 - \frac{e}{2R}\right)^2 = \frac{\frac{R^2}{\rho_0^2} - 1}{2} - \frac{e}{2R};$$

d'où, en négligeant $\frac{e^2}{R^2}$ devant l'unité,

(13) $$\sin\varphi = \frac{R}{\rho_0}\left[1 - \frac{\rho_0}{R}\left(2 - \frac{\rho_0}{R}\right)\frac{e}{R}\right].$$

» En portant cette valeur dans l'équation (9), on trouve

$$(14)\qquad \gamma = \frac{e\left(-\frac{1}{2}+\frac{7}{4}\frac{\rho_0}{R}-\frac{\rho_0^2}{R^2}\right)}{1-\frac{R}{\rho_0}+\left(2-\frac{\rho_0}{R}\right)\frac{e}{R}}.$$

Si le fond est un hémisphère, on a

$$\rho_0 = R - \frac{e+e_0}{2} = R - \frac{3}{4}e \quad \text{et} \quad \gamma = R - \frac{3}{4}e_0.$$

Le fond doit donc se raccorder directement avec le corps cylindrique.

» Le rayon γ décroît quand le rapport $\frac{\rho_0}{R}$ augmente, et s'annule pour une valeur de ce rapport un peu supérieure à 1,40. La compensation n'est donc possible que lorsque ρ_0 est au plus égal à 1,40 R, limite pour laquelle elle est défectueuse, puisque le raccordement devrait avoir lieu par une arête vive. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les valeurs exactes des angles et sur la tétartoédrie des cristaux de fer titané.* Note de M. **N. de Kokscharow.**

« Il arrive souvent que les propriétés les plus essentielles des minéraux découverts depuis longtemps, et répandus en grande quantité dans différents points du globe terrestre, restent inconnues, faute de matière convenable pour leur détermination. A cette catégorie de minéraux se rapporte le fer titané ou ilménite, quoique une quantité énorme de ses cristaux aient été trouvés dans l'Oural, aussi bien que dans plusieurs autres contrées.

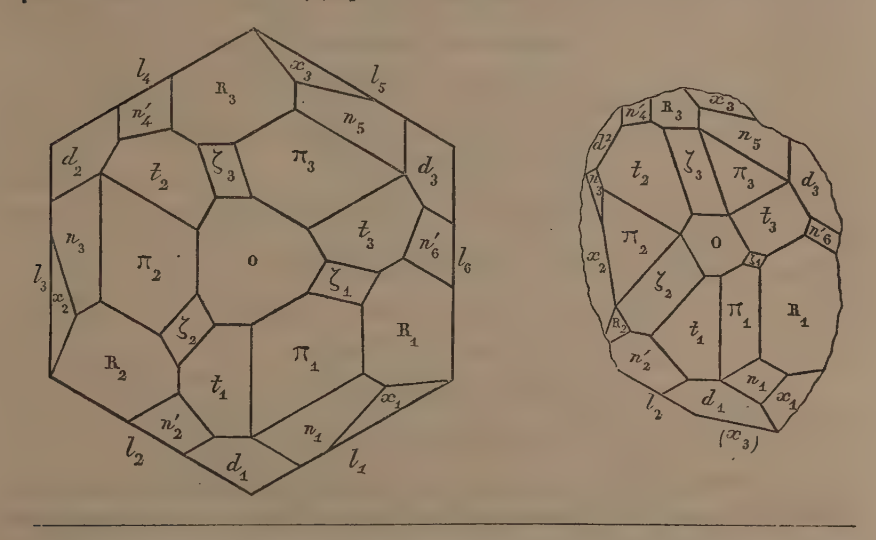
» On admettait, jusqu'à présent, que les angles des cristaux d'ilménite sont identiques avec les angles des cristaux du fer oligiste, mais que les cristaux du dernier de ces minéraux sont *hémiédriques* (hémiédrie scalénoédrique, d'après la nomenclature de Naumann), et ceux du premier *tétartoédriques* (tétartoédrie rhomboédrique, d'après la nomenclature de Naumann). Pourtant Gustave Rose doutait même de l'existence de cette différence, que Haidinger et d'autres minéralogistes ont établie, sous le rapport cristallographique, entre les deux minéraux. Gustave Rose ne considérait pas la tétartoédrie de l'ilménite comme réelle, mais seulement comme apparente, et il attribuait l'absence de quelques faces, dans plusieurs cristaux d'ilménite, à une imperfection accidentelle de leur formation.

» Dans la Note que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Aca-

démie des Sciences, j'ai réuni les résultats de mes récentes observations, qui m'ont permis de déduire les angles des cristaux de fer titané avec une précision absolue, et qui ont démontré en même temps la tétartoédrie de ce minéral d'une manière incontestable.

» Pour servir à la résolution de la première des deux questions ci-dessus mentionnées, la grande quantité des cristaux d'ilménite des montagnes de l'Ilmen (Oural) ne suffit pas; car tous ces cristaux, malgré leurs faces nombreuses et bien miroitantes, présentent des inégalités et des imperfections de différents genres, qui rendent toute mesure exacte impossible; ils ne sont propres que pour la résolution de l'autre problème, c'est-à-dire pour la démonstration de leur tétartoédrie (1).

» Un heureux hasard m'a donné le moyen de surmonter toutes ces difficultés. Lors de mon voyage à l'Oural, j'ai reçu d'un de mes amis un tout petit cristal de fer titané (2), provenant des couches de sables aurifères de



(1) Les nombreuses mesures que j'ai prises sur ces cristaux il y a déjà longtemps laissaient pourtant déjà entrevoir des différences entre les angles de l'ilménite et ceux du fer oligiste, car la moyenne de ces mesures (pour l'inclinaison de la face du rhomboèdre primitif sur la base) donnait un nombre sensiblement plus petit que pour l'angle semblable du fer oligiste (*Mater. zur Min. Russlands*, vol. VI, p. 248). Mais comme ces mesures, quoique nombreuses, n'étaient qu'approximatives, elles ne m'ont pas permis alors de tirer aucune conclusion définitive, et elles ont laissé la question sans réponse satisfaisante.

(2) Ce cristal m'a été donné comme brookite, et il est resté longtemps sous ce nom dans ma collection.

l'Atliansk, aux environs de Miask. C'est ce cristal, de 3 millimètres de diamètre, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie; il suffit pour déterminer les valeurs des angles avec la plus grande précision, et pour démontrer la symétrie des faces avec la plus grande clarté.

» La première des figures ci-contre représente la forme naturelle de ce cristal, très-agrandi; la seconde est cette forme ramenée à la symétrie géométrique. Les faces sont numérotées sur chacune des figures mentionnées.

» Le cristal est composé des formes suivantes :

Rhomboèdres du premier ordre.

$$\zeta = +\left(\tfrac{2}{5}a : b : b : \infty b\right),$$
$$R = +\left(a : b : b : \infty b\right),$$
$$t = -\left(\tfrac{1}{2}a : b : b : \infty b\right),$$
$$d = -\left(2a : b : b : \infty b\right).$$

Rhomboèdres du deuxième ordre.

$$\pi = +\left(\tfrac{2}{3}a : 2b : b : 2b\right),$$
$$\begin{cases} n = +\left(\tfrac{4}{3}a : 2b : b : 2b\right), \\ n' = -\left(\tfrac{4}{3}a : 2b : b : 2b\right). \end{cases}$$

Rhomboèdres du troisième ordre.

$$x = +\frac{d}{g}\left(2a : \tfrac{5}{3}b : b : \tfrac{5}{2}b\right).$$

Prisme hexagonal du deuxième ordre.

$$l = \left(\infty a : 2b : b : 2b\right).$$

Face terminale (base).

$$o = \left(a : \infty b : \infty b : \infty b\right).$$

» Le rhomboèdre du troisième ordre x est une nouvelle forme pour l'ilménite; quant au rhomboèdre du deuxième ordre π, il se rencontre pour la première fois dans les cristaux russes; mais, dans les cristaux des autres pays, il avait déjà été observé.

» Sur le cristal dont nous nous occupons maintenant, on a pu mesurer avec la plus grande précision, au moyen du grand goniomètre à réflexion de Mitscherlich, vingt-six angles. Les détails de ces mesures seront donnés dans mon livre *Materialien zur Mineralogie Russlands*. La comparaison des angles mesurés avec les angles calculés nous a fourni une concordance parfaite.

» Maintenant, pour déduire l'angle fondamental ou l'inclinaison de la face du rhomboèdre primitif sur la base $R:o$, qui doit servir à son tour à la détermination des valeurs des axes de la forme primitive et, par conséquent, au calcul de tous les autres angles, on a pris en considération les mesures suivantes :

(1) $t:o = 141° 22' 0''$,

d'où l'on obtient par le calcul $R:o = 122° 1' 47''$;

(2) $\zeta:o = 147° 23' 30''$,

d'où l'on obtient par le calcul $R:o = 122° 0' 58''$;

(3) $\pi:o = 137° 17' 30''$,

d'où l'on obtient par le calcul $R:o = 122° 1' 32''$;

(4) $t:t = 114° 32' 10''$,

d'où l'on obtient par le calcul $R:o = 122° 1' 42''$;

(5) $\zeta:\zeta = 124° 22' 30''$,

d'où l'on obtient par le calcul $R:o = 122° 1' 31''$;

(6) $\pi:\pi = 108° 3' 40''$,

d'où l'on obtient par le calcul $R:o = 122° 1' 44''$.

» De cette manière nous avons obtenu, pour l'angle fondamental, six valeurs dont la moyenne

$$R:o = 122° 1' 32'',$$

qui doit être considérée comme une valeur très-exacte.

» Mais cette valeur diffère de la valeur semblable du fer oligiste de vingt-deux minutes (1), et par conséquent les autres angles doivent présenter à peu près une pareille différence. Les angles des cristaux du fer titané sont donc sensiblement différents des angles des cristaux du fer oligiste.

» Pour les axes de la forme primitive de l'ilménite, nous aurons

$$a : b : b : b = 1,38458 : 1 : 1 : 1,$$

où a est l'axe vertical, et b, b, b sont les axes horizontaux.

» De cette relation des axes nous obtenons par le calcul pour le rhom-

(1) Dans les cristaux du fer oligiste, l'angle fondamental $R:o = 122° 23'$.

boèdre primitif R les angles suivants :

$$\text{Arête polaire} = 85^\circ 30' 56'',$$
$$\text{Arête latérale} = 94^\circ 29'\ 4''.$$

» Comme le montrent les figures que nous avons données plus haut, la *tétartoédrie* du fer titané est indiquée sur le cristal décrit d'une manière incontestable. La pyramide dihexagonale x se présente dans ce cristal comme un rhomboèdre du troisième ordre et la pyramide hexagonale π comme un rhomboèdre du deuxième ordre; c'est ce qu'exigent les lois de la tétartoédrie rhomboédrique de Naumann. La pyramide hexagonale n entre seule dans la combinaison avec toutes ses faces; mais rien n'empêche de la considérer comme formée de deux rhomboèdres complémentaires, quoique la petitesse de ses faces ne permette pas de constater entre elles une différence physique.

» Les angles du cristal et la disposition tétartoédrique de ses faces suffisent bien pour ne pas le regarder comme un cristal de fer oligiste; cependant, afin de ne pas négliger l'étude de ses autres propriétés physiques, j'ai examiné la couleur de la poudre de ce cristal et j'ai trouvé qu'elle était tout à fait noire, sans la moindre trace de rouge; je me suis aussi assuré qu'il était sans action sur l'aiguille aimantée. Quant à sa pesanteur spécifique, le cristal est trop petit pour fournir un résultat très-satisfaisant. Cependant, grâce à l'obligeance de M. Damour, nous avons pu obtenir approximativement $D = 4,75$ (moyenne de deux expériences). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de lui faire des propositions au sujet de l'emploi du legs fait à la Compagnie par M. le maréchal Vaillant.

MM. Chevreul, Chasles, Dumas, Morin, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Milne Edwards, Decaisne, Le Verrier.

RAPPORTS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE ET HYGIÈNE. — *Rapport sur la machine frigorifique par vaporisation de l'éther méthylique, imaginée par M. Ch. Tellier, et sur la conservation des viandes dans l'air refroidi par cet appareil.*

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Peligot, Bouley rapporteur.)

« M. Ch. Tellier, ingénieur civil, a communiqué à l'Académie un travail qui a pour objet de lui faire connaître une machine frigorifique de son invention, et les résultats qu'il a obtenus en soumettant à l'action continue de l'air froid et sec des matières alimentaires susceptibles d'une putréfaction rapide, et particulièrement les viandes de boucherie.

» La Commission chargée par l'Académie de l'examen de ce travail a pensé que la Communication de M. Ch. Tellier méritait de fixer l'attention, au double point de vue de la disposition de l'appareil à l'aide duquel on produit le froid, et de l'action que l'air, refroidi par son intermédiaire, exerce sur les matières putrescibles soumises à son influence.

» L'agent dont M. Tellier se sert pour produire le froid est l'éther méthylique, découvert et étudié en 1835, par MM. Dumas et Peligot. Il est produit par la réaction de l'acide sulfurique sur l'esprit de bois ou alcool méthylique, C^2H^3O.

» Sous la pression atmosphérique et à la température ordinaire, ce corps est gazeux. Un froid de 30 degrés au-dessous de zéro le liquéfie sous cette même pression. Il est incolore, mais la densité et le pouvoir réfringent de ses vapeurs le laissent cependant parfaitement distinguer de l'air dans lequel il s'échappe. Son odeur agréable rappelle celle de la pomme, sa flamme est vive et éclairante; on peut le respirer sans inconvénient : il ne cause pas de maux de tête comme l'éther vinique et ne paraît pas jouir de propriétés anesthésiques. Il se dissout dans l'huile. Cette propriété est utile dans bien des cas, notamment dans les machines à froid, où la même huile peut servir à lubrifier indéfiniment les pistons. Le caoutchouc, n'étant dissous par cet éther qu'avec une extrême lenteur, peut être employé sans inconvénient aux joints des appareils destinés à le recueillir.

» Cet éther, qui n'est liquide qu'à 30 degrés au-dessous de zéro, est l'agent énergique auquel M. Tellier a donné la préférence dans le procédé de frigorification dont il est l'inventeur.

» Voici, sommairement, comment est disposé l'appareil frigorigène qui fonctionne à Auteuil. Il se compose :

» 1° D'un *frigorifère*, construit comme une chaudière tubulaire, c'est-à-dire représentant une capacité absolument étanche, traversée par un grand nombre de tubes;

» 2° D'une *pompe*, destinée à mettre en mouvement le liquide qui doit être refroidi, en passant par les tubes du frigorifère;

» 3° D'un vaste *réservoir* où le liquide refroidi est versé, et d'où il se distribue dans toutes les directions où l'on veut produire l'action frigorifique;

» 4° D'une *pompe à compression;*

» 5° D'un condenseur dans lequel l'éther méthylique, qui s'est vaporisé dans le frigorifère, reprend la forme liquide sous une pression de 8 atmosphères.

» Le liquide qui est l'agent de transmission du froid dans l'appareil de M. Tellier est une solution de chlorure de calcium, qu'il emploie de préférence à la solution de chlorure de sodium pour les raisons suivantes :

« Le chlorure de sodium se précipite anhydre; il résulte de cette circonstance une séparation parfaite, donnant d'un côté du sel, de l'autre de l'eau pure qui, en gelant, brise les tubes du frigorifère.

» Avec le chlorure de calcium, la séparation de l'eau et du sel est incomplète par le froid. Si l'on abaisse considérablement la température, les cristaux retiennent une très-grande quantité d'eau. Ces cristaux, très-aqueux, ne sont pas durs, cohérents; ils permettent la circulation du liquide excédant, et, même au cas de cristallisation complète, il y a assez d'eau interposée pour que les cristaux restent sans consistance, à l'état fondant pour ainsi dire. Il n'y a pas de rupture. »

» M. Tellier compare les phénomènes qui accompagnent la cristallisation du chlorure de calcium à ceux qui se manifestent quand on emploie l'eau chargée de 10 pour 100 d'alcool. La glace n'est pas alors compacte; elle est formée par une masse de petites cellules qui permettent la circulation du liquide excédant. Dès lors, encore, aucune chance de rupture à redouter.

» Lorsque l'appareil de M. Tellier fonctionne, une double circulation s'y établit : celle de l'éther et celle de la solution de chlorure de calcium.

» L'éther versé liquide dans la capacité du frigorifère en baigne le système tubulaire intérieur, se vaporise en empruntant pour cela sa chaleur au liquide qui parcourt ce système et, une fois transformé en vapeur, s'échappe sous cet état, par un conduit qui le dirige vers le corps de pompe dont le jeu le refoule dans le condenseur, baignant dans un bain d'eau à la température ordinaire, mais toujours renouvelée. Sous l'action combinée de la compression à 8 atmosphères et du froid relatif du bain extérieur, cet éther gazeux reprend la forme liquide et repasse dans le frigorifère où il se vaporise de nouveau, et toujours ainsi. Voilà pour l'une des circulations.

» L'autre est celle du chlorure de calcium. Le jeu d'une pompe met en mouvement sa solution à travers le système tubulaire du frigorifère, où l'éther enlève à ce liquide la chaleur nécessaire pour sa vaporisation. Ainsi refroidie, cette solution est distribuée par des conduits partout où l'action frigorifique est nécessaire, et elle est rassemblée, pour une bonne partie, dans un réservoir spécial qui, au lieu de former une capacité unique, est divisée en plusieurs compartiments à parois en tôle, de 1 millimètre d'épaisseur, entre lesquels l'air peut circuler. De là le liquide froid revient à un autre réservoir entourant le frigorifère, dans lequel il est refoulé par le jeu de la pompe. Il s'y refroidit de nouveau et reprend son premier parcours.

» Mais ce n'est pas seulement par l'intermédiaire des courants liquides que M. Tellier conduit et distribue le froid à distance du frigorifère; il a recours aussi à un ventilateur qui force un courant d'air à passer entre les compartiments du réservoir spécial où se trouve contenue la solution refroidie de chlorure calcique, c'est-à-dire sur des surfaces métalliques maintenues à 8 ou 10 degrés au-dessous de zéro. L'air, en passant sur ces surfaces, ne se refroidit guère qu'à zéro. Le courant, du reste, varie à volonté, de façon qu'un trop grand abaissement de température ne puisse se produire. Il importe, en effet, que la viande ne soit pas gelée; car, après sa congélation, elle se décompose avec une très-grande rapidité.

» L'air en passant sur les surfaces refroidies des plaques des compartiments du réservoir perd en grande partie son eau hygrométrique qui se dépose sur ces surfaces à l'état de givre; il est admissible qu'avec cette eau il perd aussi une partie des germes qu'il tient en suspension. C'est donc de l'air froid en partie purifié de ses germes et relativement desséché, avec lequel on peut constituer l'atmosphère du local dans lequel on veut sou-

mettre les matières putrescibles à l'action du froid. Dans le cas où l'humidité de l'air serait telle qu'il ne se sécherait pas assez en passant sur les plaques du réservoir frigorifère, on doit compléter sa dessiccation à l'aide de vases contenant du chlorure de calcium que l'on dispose dans l'intérieur du local, en nombre suffisant pour atteindre le résultat.

» M. Tellier utilise le même air déjà refroidi, en le faisant circuler dans un système de conduits disposés à cet effet, comme pour la circulation de l'éther et celle de la solution de chlorure calcique.

» Telle est la disposition du très-ingénieux mécanisme à l'aide duquel M. Tellier peut produire le froid par des courants liquides et aériens et le maintenir au degré nécessaire dans les locaux où l'action de l'air froid sur les matières putrescibles doit être expérimentée.

» Ce qui distingue essentiellement cet appareil et lui donne un caractère de nouveauté, c'est l'utilisation de l'éther méthylique à la production du froid. L'idée de cette utilisation appartient en propre à M. Tellier.

» Voici maintenant les résultats des expériences faites, à l'usine d'Auteuil, sur les matières putrescibles soumises à l'action continue d'une atmosphère froide produite et entretenue par les moyens et dans les conditions qui viennent d'être spécifiés.

» Ces matières ont été des viandes de boucherie, des volailles, des pièces de gibier et des crustacés. Introduites fraîches dans la chambre froide, elles y demeurent exemptes de toute putréfaction ; et si, lorsqu'elles sont mises en expérience, déjà la fermentation putride s'y était établie, ce mouvement s'arrête immédiatement.

» Les viandes de boucherie conservent l'odeur de la viande fraîche et son aspect extérieur, à part, au bout d'un certain nombre de jours d'exposition dans la chambre froide, la teinte plus sombre de leurs coupes, et un certain degré de dessiccation qui se produit à leur surface. Mais si l'on enlève une très-mince couche de cette surface plus sèche, exposée à l'air, la couleur de la viande fraîche apparaît à l'instant et témoigne de son état de complète conservation.

» Les graisses se dessèchent également à leur surface, mais n'acquièrent pas d'odeur de rance. Bref, l'odeur des viandes, ainsi exposées, demeure celle qui leur est propre dans chaque espèce, sans aucune intervention des émanations par lesquelles s'accusent les fermentations qui s'emparent des matières animales humides, quand elles subissent les influences atmosphériques ordinaires.

» Outre la dessiccation de leur couche la plus superficielle, les viandes exposées dans la chambre froide éprouvent une diminution graduelle de leur poids, résultant de la perte, par évaporation, d'une certaine quantité de l'eau qu'elles contiennent. D'après les observations de M. Tellier, cette perte, au bout de trente jours, est de 10 pour 100 : soit 10 kilogrammes pour 100 kilogrammes; ce qui fait par jour 3,33 par kilogramme. Passé ce délai, la perte causée par l'évaporation s'atténue; elle n'est plus, pendant la deuxième période de trente jours, que de 5 pour 100, soit $1^{gr},65$ par kilogramme. Au delà la dessiccation continue toujours, mais avec une très-grande lenteur; car, au bout de huit mois, la chair intérieure retient encore assez d'humidité pour conserver de la souplesse et rester dépressible sous la pression des doigts.

» Cet état de sécheresse relative des surfaces exposées constitue pour les viandes une condition de leur conservation ultérieure, quand elles cessent d'être soumises à l'action du froid; car elle s'oppose à l'hydratation des germes et à leur développement. Un gigot de mouton, mis au froid le 3 janvier, en est sorti le 4 avril, et est resté exposé à la fenêtre d'une cuisine, chez le rapporteur de votre Commission, pendant les trois mois d'avril, mai et juin. Il n'a fait que s'y dessécher davantage; mais il est resté exempt de toute putréfaction, malgré les fortes chaleurs de la saison.

» La durée de la conservation des matières organiques dans la chambre froide peut être considérée comme indéfinie, au point de vue de la *putrescibilité;* mais il n'en est pas tout à fait de même à l'égard de la *comestibilité.* Dans les quarante à quarante-cinq premiers jours, les viandes de boucherie conservées par le froid retiennent complétement leurs qualités comestibles. Il est même vrai de dire qu'elles s'améliorent, à ce point de vue, pendant la première semaine, en ce sens que, tout en conservant leur arome, elles acquièrent plus de tendreté et sont par cela même plus facilement digestibles. A part cette différence, tout à leur avantage, elles sont, pendant ce premier laps de temps, tellement semblables aux viandes fraîches, qu'il n'est pas possible de les en distinguer.

» A mesure que le temps de la conservation se prolonge, la tendreté des viandes s'exagère graduellement et, vers la fin du deuxième mois, leur saveur donne lieu à une sensation qui rappelle l'idée d'une matière grasse. Ces caractères sont surtout frappants lorsque les viandes mises au froid sont goûtées parallèlement avec des viandes fraîches. La comparaison

immédiate leur devient nécessairement défavorable ; mais le jugement est autre quand on les goûte isolées et qu'on ne les apprécie comparativement que par ses souvenirs. Alors, sans les trouver aussi bonnes que les viandes fraîches, on les estime bien meilleures que lorsqu'on est appelé à faire des unes et des autres un examen comparatif immédiat.

» Une question devait être examinée, celle de savoir si un quartier de bœuf entier se conserverait aussi facilement qu'un quartier de mouton. On pouvait se demander si, pendant le temps, nécessairement plus long, qu'un quartier de bœuf exigerait pour être refroidi jusque dans sa profondeur, des phénomènes de fermentation ne pourraient pas se produire autour de l'axe osseux. Des expériences ont été faites pour éclairer cette question : dans un cuissot de bœuf, pesant 70 kilogrammes, un thermomètre enfoncé au centre de la partie la plus charnue, soit à une profondeur de 18 centimètres, a mis trois jours pour descendre de $+ 36^{\circ}, 6$, température initiale, à zéro; mais cette lenteur dans le refroidissement de la masse totale n'a pas eu d'inconvénients, d'abord parce que l'air de la chambre froide est absolument défavorable, par l'abaisssement de sa température, à l'activité des germes, dont, du reste, suivant toutes les probabilités, il s'est en grande partie dépouillé, en perdant son eau hygrométrique; et, en second lieu, parce que ce qui pouvait rester de germes fermentescibles dans l'atmosphère de la chambre froide n'a pu trouver les conditions de la manifestation de son activité sur la couche extérieure de la pièce de viande, laquelle couche s'était mise, la première, en équilibre de température avec l'atmosphère du local. On peut ajouter, d'après les expériences faites sur des pièces de gibier déjà en voie de putréfaction au moment de leur introduction dans la chambre froide, qu'à supposer que des phénomènes de fermentation eussent le temps de se produire dans la partie centrale d'une grosse pièce de boucherie, pendant les trois jours qu'elle met à se refroidir, ces phénomènes s'arrêteraient immédiatement dès que la température serait descendue à zéro.

» Les grosses pièces peuvent donc demeurer tout autant *imputréfiées* dans la chambre froide que celles de dimensions moyennes ou petites. La pureté de l'air de la chambre froide, son état de sécheresse relative et l'abaissement de la température sont pour toutes des conditions de préservation contre les atteintes de la putréfaction.

» Ces conditions sont telles que des pièces de volaille et de gibier restent imputrescibles, quand bien même on les conserve entières, c'est-

à-dire sans en extraire les intestins. Malgré l'amas de matières fermentescibles que renferme l'appareil intestinal, aucun phénomène putride ne se manifeste, et le foie lui-même conserve ses qualités comestibles, quoiqu'il soit au voisinage immédiat de ces matières.

» Il n'est pas nécessaire, pour la réussite de l'expérience, que la température de la chambre frigorifique soit maintenue toujours rigoureusement à zéro. Les expériences d'Auteuil ont prouvé qu'elle pouvait osciller, sans inconvénients, dans les limites de 5 degrés environ, de + 3 à − 2. Il y a plus : pendant les fortes chaleurs du mois de juin dernier, trois fois, par suite de circonstances accidentelles, la température est remontée à + 8 degrés dans la chambre froide; une fois même, l'action frigorifique a dû être suspendue pendant trente-six heures, et malgré cela la conservation des viandes exposées n'a pas été compromise.

» Les expériences dont il vient d'être rendu compte se sont prolongées du 29 novembre 1873 au 7 juillet 1874; et comme la chaleur des mois de mai et de juin a été exceptionnellement élevée, ces expériences ont donné la démonstration que l'influence de la température extérieure a pu être complétement annulée par celle de la chambre froide, maintenue d'une manière à peu près constante au voisinage de zéro, sauf les quelques exceptions dont il a été parlé plus haut.

» La connaissance de l'action conservatrice du froid sur les matières organiques doit être sans doute aussi vieille que l'humanité même, et tous les jours on a recours à cette vertu préservatrice pour mettre à l'abri de la putréfaction des matières alimentaires que l'on veut réserver. M. Tellier ne peut donc prétendre à cet égard à aucune invention; mais ce qui est nouveau dans le procédé qu'il a fait connaître à l'Académie, ce qui constitue une invention réelle, c'est l'idée de créer une atmosphère froide et sèche, dans laquelle les matières organiques que l'on veut conserver sont maintenues en permanence, atmosphère que l'on fait circuler incessamment de la chambre froide vers l'appareil frigorifique, et réciproquement, de manière à la maintenir toujours à la température que l'on peut appeler conservatrice, et à la dépouiller incessamment, par son passage sur les plaques du frigorifère, des vapeurs dont elle s'est chargée dans la chambre froide. Grâce à ce circulus, on bénéficie de l'abaissement de température une fois acquis, et l'air revient à la chambre froide desséché et purifié.

» Tel est l'ingénieux procédé de conservation des matières organiques, et particulièrement des viandes de boucherie, dont M. Tellier a donné communication à l'Académie.

» Votre Commission l'a reconnu efficace dans les conditions où elle l'a vu appliquer; mais elle croit devoir faire toutes ses réserves sur les applications industrielles qui pourront en être faites. L'expérience seule peut prononcer sur sa valeur économique.

» Quel que soit l'avenir qui, à ce point de vue, puisse être réservé à ce procédé, votre Commission vous propose d'adresser des remercîments à son inventeur pour la Communication très-digne d'intérêt qu'il en a faite à l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la température du Soleil.* Mémoire de M. **J. Violle**, présenté par M. H. Sainte-Claire Deville. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours du prix Bordin.)

« I. Poursuivant mes recherches sur la *température effective* du Soleil, telle que je l'ai définie précédemment (voir les *Comptes rendus* du 18 mai et du 29 juin), j'ai opéré un certain nombre de mesures dans une enceinte à haute température. Ces expériences m'ont paru présenter un intérêt spécial, par suite de l'affirmation émise pour la première fois par M. Waterston et soutenue depuis par le P. Secchi, que l'excès de température que prend un thermomètre sous l'action du Soleil est indépendant de la température de l'enceinte dans laquelle est placé le thermomètre. D'où cette conséquence que les 200 ou 250 degrés dont on a fait varier la température de l'enceinte, « sans observer la moindre différence ni dans la grandeur de l'excès ni dans le temps employé à l'atteindre », ne sont qu'une fraction insignifiante de la température du Soleil. Il est cependant facile de démontrer, en partant de l'équation fondamentale

$$\alpha^{\theta} - \alpha^{t} = \frac{\omega}{s} \alpha^{x},$$

que, si la température effective x du Soleil est assez élevée pour qu'une variation de 250 degrés dans la température t de l'enceinte n'affecte pas la grandeur de l'excès $\theta - t$, la valeur constante de cet excès doit être infiniment plus grande que toutes celles que l'on a observées. L'hypothèse de $x = \infty$ mise de côté, l'équation rappelée plus haut montre que $\theta - t$ doit en réalité décroître d'une manière continue au fur et à mesure que la

température de l'enceinte s'élève, la loi de ce décroissement étant représentée par la formule

$$\theta - t = \frac{c}{\alpha^t},$$

où c est une constante dont la valeur est proportionnelle à l'intensité α^x de la radiation au moment de l'expérience.

» Ce décroissement de $(\theta - t)$ avec l'élévation de la température de l'enceinte s'est vérifié dans les expériences que j'ai faites avec un grand actinomètre construit essentiellement comme le petit actinomètre décrit dans ma dernière Communication, avec les seules modifications nécessaires pour pouvoir opérer à haute température. C'est ce que montre le tableau suivant, où j'ai inscrit aussi les valeurs de α^x et de x déduites de chaque observation par la méthode de calcul que j'ai précédemment exposée.

		θ	t	$\theta - t$	Excès corrigé du refroidissement.	α^x	x
	h m	o	o	o	o		o
12 août........	1.00	110,10	99,35	10,75	16,18	49100	1407
31 »	1.45	116,95	107,40	9,55	14,17	45700	1399
5 septembre...	1.10	125,40	116,15	9,25	13,79	47600	1404
26 août........	1.00	144,72	136,50	8,22	12,15	48910	1408

» II. Des expériences faites à diverses altitudes m'ont conduit à représenter l'intensité α^x de la radiation solaire affaiblie par son passage à travers l'atmosphère par

$$\alpha^x = \alpha^X p \frac{H + bf}{\cos z},$$

α^X étant l'intensité vraie de la radiation solaire, avant son passage à travers notre atmosphère, H la pression atmosphérique au lieu de l'expérience, f la valeur actuelle, en millimètres, de la tension de la vapeur d'eau, z la distance zénithale du Soleil, p et b des constantes respectivement égales à $p = 0{,}9989$ et $b = 7{,}8$.

» Le tableau suivant montre l'accord de la formule avec l'expérience; la dernière colonne du tableau contient les valeurs de x déduites directement de l'observation; la colonne précédente donne les valeurs de x calculées au moyen de la formule précédente, en adoptant

$$\alpha^X = 143\,400.$$

				H	f	$\varepsilon = \frac{H}{\cos z}$	$\frac{H+bf}{\cos z}$	α^x	x calc.	x obs.
	h		m	mm	mm				o	o
4 juill.	12,00	Seyssinet...	(213)	748,8	19,07	808	969	49140	1408	1407
4 juill.	12,00	Moucherotte	(1906)	613,5	13,82	662	779	60535	1435	1435
5 juill.	12,00	Seyssinet...	(213)	749,0	17,69	811	960	49620	1410	1410
3 sept.	11,00	Seyssinet...	(213)	746,0	17,19	969	1142,9	40540	1383	1383
3 sept.	11,00	Moucherotte	(1906)	611,0	6,53	793	858,5	55460	1424	1424
2 mai.	4,43	Galibier....	(2653)	553,1	3,30	1340	1402	30550	1346	1347

» De la valeur adoptée pour α^X on déduit

$$X = 1550^\circ.$$

» Telle est donc la *température effective* du Soleil, correction faite de l'influence de l'atmosphère.

» III. J'ai enfin essayé de déterminer la température moyenne *vraie* de la surface solaire, température que je définis à l'aide des considérations suivantes :

» D'une manière générale, lorsqu'un corps émet des radiations calorifiques ou lumineuses, ces radiations n'émanent pas seulement des points appartenant à la surface extérieure du corps, mais encore des points situés à une certaine profondeur au-dessous de la surface, de sorte que l'on a toujours à considérer une couche rayonnante d'une certaine épaisseur. On peut donc légitimement étendre au Soleil, quelle que soit sa constitution extérieure, la définition ordinaire d'une surface rayonnante. L'épaisseur de la couche rayonnante en chaque point sera définie, comme d'habitude, par la distance à la surface extérieure des derniers points dont la radiation soit sensible au delà de cette surface. On appellera alors *température de la surface en un point* la température moyenne de la couche rayonnante (quelque épaisse qu'elle puisse être) en ce point, et la température moyenne vraie du Soleil sera la moyenne des températures des divers points de la surface. On voit aussi ce qu'il faudra entendre par pouvoir émissif du Soleil en un point donné de la surface ; ce sera le rapport entre l'intensité de la radiation émise en ce point et l'intensité de la radiation qu'émettrait un corps doué de pouvoir émissif égal à l'unité et porté à la température de la surface du Soleil au point considéré ; de sorte qu'on peut aussi définir la *température vraie du Soleil* « la température que devrait » posséder un corps de même diamètre apparent que le Soleil, pour que ce » corps, doué d'un pouvoir émissif égal au pouvoir émissif moyen de la » surface solaire, émît dans le même temps la même quantité de chaleur » que le Soleil ».

» Des expériences faites aux forges d'Allevard avec mon actinomètre, mais par la méthode dynamique, m'ont permis de déterminer le pouvoir émissif de l'acier en fusion, tel qu'il sort, possédant une température de 1500 degrés du four Martin-Siemens. Si l'on admet que le pouvoir émissif moyen du Soleil est sensiblement égal à celui de l'acier en fusion, déterminé, comme je viens de le dire, dans les conditions mêmes de mes expériences sur le Soleil (1), on arrive, pour la température moyenne vraie de la surface du Soleil, à la valeur de 2000 degrés. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme* (suite); par M. **J.-M. Gaugain** (2).

(Renvoi à la Commission du Concours Gegner).

« 78. J'ai étudié, dans les numéros précédents, les modifications qui se produisent dans l'état magnétique d'un fer à cheval, lorsqu'on frotte ses branches avec une barre de fer, ou qu'on arrache une armature appliquée sur ces mêmes branches dans des positions diverses. Pour faire ressortir l'intérêt qui s'attache aux faits que j'ai signalés, je crois utile d'indiquer les conséquences théoriques qui me paraissent en résulter. Nous avons vu nº 76 (*Comptes rendus*, 7 septembre 1874) que, lorsqu'une armature est appliquée perpendiculairement aux branches d'un fer à cheval, sur une ligne *mm* située à une certaine distance des pôles, le magnétisme est augmenté en *amont* et diminué en *aval*. (J'appelle *amont* la partie du fer à cheval comprise entre le talon et la ligne *mm*, et *aval* la partie comprise entre cette ligne et les pôles.) Il serait naturel de penser que les modifications permanentes, qui subsistent après l'enlèvement de l'armature, sont régies par la même loi, mais nous avons vu qu'il n'en est pas toujours ainsi. Le magnétisme est toujours diminué d'une manière permanente en aval de la ligne sur laquelle sont exécutés les arrachements; mais il est tantôt augmenté et tantôt diminué en amont de cette ligne. Si les arrachements de l'armature effectués en aval d'une certaine tranche sont les premiers qui aient été exécutés, depuis que le fer à cheval a été aimanté, ils ont toujours pour effet de diminuer l'aimantation de la tranche; mais, si l'aimantation de cette tranche a été préalablement affaibli, par une série d'arrachements exécutés en amont,

---

(1) J'ai, en effet, vérifié qu'avec mon actinomètre la méthode dynamique conduit, pour la température effective du Soleil, exactement au même nombre que la méthode statique.

(2) Voir les *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre, 10 novembre et 22 décembre 1873, 22 mars, 1er, 15 juin et 7 septembre 1874.

on lui rend une partie de l'aimantation perdue en exécutant une nouvelle série d'arrachements en aval. Ce dernier fait paraît être la conséquence naturelle de ceux qui ont été exposés dans le n° 76, et que j'ai rappelés tout à l'heure; mais on ne voit pas bien pourquoi une première série d'arrachements diminue l'aimantation en amont comme en aval.

» Je crois qu'on peut expliquer ce fait au moyen du principe formulé n° 75 (Note du 7 septembre); avant l'application de l'armature, les molécules de la tranche *mm*, comme toutes les autres, ont leurs courants orientés perpendiculairement à l'axe du fer à cheval, ou du moins se rapprochent de cette orientation. Lorsque l'armature est appliquée sur la ligne *mm*, elle forme, avec la portion du fer à cheval située en amont, un solénoïde replié à angle droit. Les molécules de la tranche *mm* prennent donc des orientations très-variées; elles tendent sans doute à revenir à leur orientation primitive, lorsque l'armature est enlevée; mais on peut admettre qu'en raison de leur force coercitive elles n'y reviennent pas tout à fait, qu'elles perdent ainsi une partie de leur aimantation, et qu'alors elles ne peuvent plus contribuer aussi efficacement à maintenir les molécules des tranches voisines dans le plan d'orientation perpendiculaire à l'axe du barreau. Si l'on admet cela, il n'y a pas d'incertitude sur le sens de la modification que doit éprouver le magnétisme des molécules situées en aval de la ligne *mm;* il doit se trouver affaibli en raison de la force coercitive de ces molécules et aussi en raison de l'action plus faible que la tranche *mm* exerce sur elles. Quant aux molécules situées en amont, on peut concevoir que leur magnétisme soit modifié tantôt dans un sens, tantôt dans un autre; car, s'il doit être augmenté d'une part en raison de la force coercitive des molécules, de l'autre il doit être diminué, parce que l'action de la tranche *mm* qui concourait à maintenir leur orientation se trouve affaiblie; suivant que l'une ou l'autre de ces deux causes devient prédominante, le magnétisme doit être augmenté ou diminué.

» 79. Un autre point dont il est encore assez difficile de rendre compte est celui-ci : lorsque l'armature a été arrachée un certain nombre de fois sur la même ligne *mm*, de nouveaux arrachements exécutés sur la même ligne n'affaiblissent pas davantage le magnétisme des points situés en aval; mais, si l'armature est transportée sur une autre ligne *m′m′*, placée en amont de *mm,* et qu'on l'arrache un certain nombre de fois sur cette ligne *m′m′*, on diminue l'aimantation des points situés en aval de *mm*, comme je l'ai dit dans le n° 77. Ce résultat paraît assez étrange, quand on considère que la diminution temporaire du magnétisme, qui résulte de l'application sur la

ligne *m'm'*, est toujours plus petite que celle qui résulte de l'application de cette même armature sur la ligne *mm*. On peut se demander comment une diminution temporaire du magnétisme plus faible peut entraîner une diminution permanente, alors qu'une diminution temporaire plus forte n'amène pas de modifications dans l'état permanent? Je ne parviens à me l'expliquer qu'en m'appuyant sur une hypothèse à laquelle j'ai déjà eu recours plusieurs fois, et qui consiste à admettre que l'on rencontre, dans la même tranche d'un barreau d'acier, des molécules douées de forces coercitives différentes. Cette donnée admise, on peut se rendre compte du fait dont nous nous occupons, de la manière suivante. Lorsque l'armature a été appliquée sur la tranche *mm* un certain nombre de fois, toutes les molécules de la tranche qui sont susceptibles de conserver l'orientation que leur fait prendre l'application de l'armature ont été amenées à cette orientation; la diminution temporaire de magnétisme qui se produit en aval de *mm*, lorsque l'armature est appliquée sur cette ligne, résulte exclusivement des changements d'orientation que subissent les autres molécules, et nous admettons que ces changements ne persistent pas lorsque l'armature est enlevée; quand, au contraire, l'armature est transportée en amont de *mm*, sur une autre ligne *m'm'*, il se trouve, dans la nouvelle tranche *m'm'*, des molécules douées d'une force coercitive assez grande pour conserver l'orientation que l'armature leur fait prendre : l'aimantation de la tranche *m'm'* se trouve donc diminuée d'une manière permanente, et, d'après le principe du n° 75, le magnétisme devrait se trouver affaibli dans toute l'étendue du fer à cheval; il ne l'est pas toujours, comme je l'ai dit n° 78, dans la partie d'amont, où s'exerce une action de sens contraire; mais il l'est nécessairement dans la partie d'aval, où une telle action ne se rencontre pas.

» 80. Il me reste maintenant à rendre compte des modifications de l'état magnétique que l'on obtient en frottant un fer à cheval avec une barre de fer. Nous avons vu (n° 69) que, lorsqu'on frotte les branches d'un fer à cheval avec une barre de fer, en dirigeant alternativement les frictions des pôles au talon et du talon aux pôles, on obtient, dans le premier cas, une diminution de magnétisme; dans le second, une augmentation. Ce double fait, comme les précédents, me paraît se rattacher aux faits des n°s 34 et 35 (Note du 3 juin 1873). Lorsque la barre de fer doux dont on se sert pour frotter le fer à cheval se trouve placée sur une ligne déterminée *mm*, il résulte des observations n°s 34 et 35 que le magnétisme se trouve augmenté dans toute la partie du fer à cheval qui est comprise entre le talon et la ligne

mm ; qu'il est au contraire diminué dans toute la partie comprise entre cette ligne et les extrémités polaires. Maintenant, si la barre de fer doux est transportée de la ligne *mm* sur une autre ligne *m'm'*, située en aval de la première, la diminution du magnétisme qui s'était produite entre les lignes *mm* et *m'm'*, lorsque la barre était en *mm*, fait place à une augmentation; mais l'augmentation qui s'était produite entre *mm* et le talon peut subsister, en partie du moins, en raison de la force coercitive. Ainsi, lorsque la barre se meut du talon aux pôles, les diminutions de magnétisme qui se produisent sous l'influence de la barre, dans chacune de ses positions successives, sont détruites par le mouvement ultérieur de cette barre, et les accroissements seuls peuvent persister; quand, au contraire, la barre se meut des pôles au talon, ce sont les accroissements de magnétisme qui se trouvent ultérieurement neutralisés par le mouvement progressif de la barre; les diminutions seules se maintiennent.

» 81. On peut obtenir au moyen d'une série de chocs, aussi bien qu'au moyen d'une série de frictions, ou d'une série d'arrachements de l'armature, une désaimantation partielle, et dans le premier cas comme dans les deux autres le résidu d'aimantation qui persiste présente ce caractère particulier de stabilité que j'ai signalé n° 73 (Note du 15 juin 1874).

» J'ai pris un fer à cheval fortement aimanté dans un sens que je considérerai comme positif, et j'ai constaté qu'en un point déterminé M de l'une de ses branches le courant de désaimantation avait pour valeur 66. Cela fait, j'ai suspendu le fer à cheval par le talon, et j'ai frappé sur ses tranches une série de coups avec une petite barre de fer. Après cette opération, j'ai trouvé que le courant de désaimantation correspondant au point M se trouvait réduit à la valeur 49. Alors j'ai successivement aimanté le fer à cheval dans les deux sens, en me servant d'un même courant inducteur, convenablement choisi, et j'ai trouvé que les deux aimantations étaient inégales, l'aimantation négative étant représentée par 50, et l'aimantation positive par 55,3. Il résulte de là que l'aimantation positive 49, reste d'une aimantation plus énergique, n'est pas complétement détruite par l'aimantation négative 50, bien que celle-ci soit un peu plus forte.

» La désaimantation qui se produit dans l'expérience que je viens de citer résulte en grande partie, je crois, de la réaction magnétique qui s'exerce entre le fer à cheval et la barre de fer qui le frappe ; car, si au lieu d'employer une barre de fer on se sert pour frapper d'un bâton en bois, la désaimantation, qui était d'un quart environ avec la barre de fer, se trouve réduite à $\frac{1}{20}$. La réaction s'exerce comme dans le cas de l'armature arra-

chée n° 77 ; seulement elle est moins énergique, parce que la barre de fer, au lieu de toucher à la fois les deux branches du fer à cheval, ne touche qu'une de ses arêtes. »

PHYSIQUE. — *Septième Note sur la conductibilité des corps ligneux et autres corps mauvais conducteurs;* par M. TH. DU MONCEL.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« La présente Note a pour but l'étude de la conductibilité électrique dans les matières minérales.

» La plupart des matières minérales étant poreuses, il était à supposer que les effets de conductibilité, que nous avons étudiés dans les matières ligneuses, devaient se retrouver dans les pierres et substances analogues. C'est, en effet, ce que l'expérience nous a démontré : toutefois, des particularités très-curieuses se sont présentées, surtout dans les effets de polarisation résultant du passage du courant à travers ces substances ; et, à cause d'elles, nous avons dû entreprendre de nombreuses séries d'observations qui nous ont amené à conclure que, bien que se produisant en grande partie sous l'influence de l'humidité de l'air qui les a pénétrées, la conductibilité électrique des substances minérales se trouve soumise à des conditions moléculaires qui la font varier dans des limites très-étendues suivant qu'elles sont les résultats de la fusion, de la cristallisation, ou de la simple agrégation. Nous ne parlons pas, bien entendu, des parties métalliques qu'elles pourraient contenir et qui leur donneraient une conductibilité propre plus ou moins considérable. Dans tous les cas, un caractère général de la transmission électrique dans les substances minérales est de fournir *des effets de polarisation très-considérables, effets qui sont à peine sensibles avec les substances ligneuses*. Pour qu'on puisse se faire une idée de l'importance de ces effets, je vais rapporter quelques expériences faites avec le plus grand soin sur certains échantillons.

» Un petit prisme de pierre calcaire de Caen, des mêmes dimensions que les morceaux de bois essayés dans mes précédentes expériences, c'est-à-dire de 10 centimètres de longueur sur 2 centimètres de largeur et 1 d'épaisseur, ayant donné au début une déviation de 67 degrés, on a maintenu le courant fermé pendant dix minutes, et, au bout de ce temps, la déviation est tombée à 30 degrés. Resté ouvert pendant dix autres minutes, ce courant a fourni, au moment d'une nouvelle fermeture, 30 degrés, qui se sont réduits à 22 degrés au bout de dix nouvelles minutes. Un repos d'une demi-

heure n'a pu faire atteindre à la déviation que 40 degrés, et un repos d'une heure, 44 degrés; une fermeture du courant de trois heures l'a réduite à 16 degrés, et dix heures de repos, sans toucher aux électrodes, n'ont pu la ramener plus loin que 50 degrés. Dans ces conditions, il a suffi d'une fermeture de courant de dix minutes pour la faire retomber à 18 degrés; mais, *aussitôt que les électrodes ont été enlevées, essuyées et replacées en sens inverse, opération qui n'a exigé que trois minutes, on a obtenu immédiatement une déviation de* 85 *degrés* et dix minutes de fermeture de courant ne l'ont abaissée qu'à 77 degrés. Le courant de polarisation au bout de 10 minutes a pu atteindre 12 degrés. Le marbre vert et le silex ont présenté des effets analogues.

» Si l'on compare ces résultats à ceux fournis par les bois, on peut s'assurer qu'ils sont bien différents; car l'ébène qui, ce jour-là même et à la même heure, donnait une déviation de 84 degrés au début, en fournissait encore une de 82 degrés au bout de dix minutes de fermeture du courant, et le tilleul, qui donnait lieu à une déviation primitive de 9°, 5, n'a pu provoquer, au bout du même temps de fermeture du courant, qu'un affaiblissement de $\frac{1}{2}$ degré.

» Dans ces différents effets, il faut sans doute tenir compte des réactions qui résultent de l'*électrification*, c'est-à-dire de la transmission électrique à travers un diélectrique par voie *électrotonique*, mais ces réactions ne pourraient pas expliquer à elles seules l'importance et la continuité des effets observés, surtout le courant de polarisation de sens contraire qui se produit quand on réunit directement les électrodes de platine au galvanomètre, lequel courant ne disparaît qu'au bout de 5 ou 10 minutes. Il faut donc que l'humidité joue un rôle important dans ces effets, et il serait possible que la différence qu'ils présentent dans les minéraux et les corps ligneux ne provînt que d'une difficulté opposée par les cloisons du tissu cellulaire de ces derniers aux actions gazeuses déterminant la polarisation.

» La conductibilité des pierres présente, en dehors des effets de polarisation dont nous venons de parler, les mêmes conditions d'intensité et de variabilité que celle des bois. Ainsi, ce sont généralement les pierres les plus poreuses, telles que les pierres calcaires, qui présentent les plus grands écarts de conductibilité, par suite des variations hygrométriques atmosphériques; elles constituent même des hygromètres de la plus grande sensibilité. Ainsi, le petit prisme en pierre de Caen, dont nous avons parlé, ayant été passé à l'étuve pendant six heures, et ne fournissant aucune déviation au sortir de l'étuve, a donné le lendemain, quoique placé dans une pièce

relativement sèche, une déviation de 86 degrés, et l'humidité de la pièce n'était guère que 41 degrés de l'hygromètre à cheveu. On pourra, du reste, suivre ces variations dans le tableau que nous donnons plus loin. Les pierres plus dures subissent moins facilement les variations de l'humidité atmosphérique; mais, comme les bois durs, elles peuvent acquérir une très-grande quantité d'humidité qu'il est très-difficile de leur faire perdre, et qui, étant disparue, est, pour certaines d'entre elles, très-difficile à être reprise. Parmi ces dernières pierres, l'une des plus curieuses est une certaine espèce de silex qu'on trouve par bandes très-étroites (de 3 à 5 centimètres) dans quelques carrières des environs de Caen. Cette pierre, excessivement dure, a une conductibilité qui peut être comparée à celle d'un liquide conducteur, et sa résistance, sur une longueur de 10 centimètres, atteint tout au plus 16 kilomètres de fil télégraphique. Un échantillon de cette pierre de 1 centimètre environ d'épaisseur, ayant été passé une première fois à l'étuve pendant dix heures, a eu sa conductibilité réduite par la chaleur au point de ne fournir, étant encore chaud, que 16 degrés de déviation; mais, au bout de deux heures, cette déviation était devenue 90 degrés, et elle n'a fait qu'augmenter encore, si bien qu'au bout de quelques jours il fallait établir une dérivation entre les bouts du fil du galvanomètre pour obtenir des déviations appréciables. Un nouveau passage de six heures à l'étuve a réduit à 12 degrés cette conductibilité, qui est revenue à 90 degrés le lendemain pour augmenter encore. Cette pierre est, du reste, très-exceptionnelle, et les silex en général ont une conductibilité moindre. Le silex noir, à l'état de galet, est le plus conducteur, et c'est le silex blond ou rouge qui l'est le moins. J'ai formé avec le premier un hygromètre dont j'indique les variations dans le tableau qui suit cette Note. Deux échantillons des derniers m'ont donné, l'un (qui était une pierre à fusil depuis longtemps au sec) 20 degrés au premier moment et 13 degrés au bout de dix minutes; l'autre 50 degrés au premier moment. Ces divers échantillons passés à l'étuve pendant douze heures ont donné, le premier 7 degrés, le second 2°, 5; mais, exposés à l'air humide, ils n'ont pu jamais reprendre leur conductibilité première. Ainsi la pierre à fusil n'a pu fournir plus de 9 degrés de déviation et le second silex plus de 6 à 8 degrés. Les marbres et les grès tiennent le milieu entre les pierres dures et les pierres tendres pour les variations de conductibilité, et ce sont les schistes, particulièrement les schistes durs des pierres à repasser, qui donnent la moindre conductibilité parmi les minéraux poreux.

» Les minerais métalliques ont une conductibilité propre qui varie sui-

vant leur richesse en métal. L'humidité agit bien un peu aussi, mais son rôle s'efface complétement devant l'influence métallique. Quant à l'influence exercée par l'état moléculaire des substances minérales, on peut généralement conclure que la fusion et la cristallisation sont deux causes qui contribuent à rendre ces corps plus ou moins isolants. Ainsi, si l'on prend trois échantillons de porcelaine, cuits à des degrés différents, on reconnaît que la conductibilité de ce corps est d'autant moindre que le degré de cuisson est moins élevé. Un échantillon de porcelaine dégourdie, exposé dans une chambre sèche depuis plus d'une année, a pu fournir, dans les conditions ordinaires de mes expériences, une déviation de 8 degrés, qui a disparu après un passage de six heures à l'étuve, et qui est devenue 28 degrés après deux jours de séjour dans ma caisse humide et après avoir été parfaitement essuyé. Un second échantillon plus cuit, qui donnait au début 2 degrés de déviation, et une déviation nulle après le passage à l'étuve, a donné 7 degrés après un séjour de deux jours dans la caisse humide; enfin l'échantillon très-cuit n'a jamais rien donné, même après un séjour de deux jours dans la caisse humide, quand il avait toutefois été essuyé préalablement. La fusion agit donc dans ce cas, en bouchant les pores de la matière et en empêchant ainsi l'humidité de la pénétrer.

» Avec les corps cristallisés, l'isolation est infiniment plus parfaite; le gypse cristallisé est celui qui donne la plus forte déviation, et, quand il est soigneusement essuyé, on trouve que cette déviation peut atteindre encore 5 degrés. Le spath d'Islande et le quartz donnent une déviation de 2°, 5; mais ces corps condensent si facilement l'humidité à leur surface, que cette faible déviation pourrait bien être attribuée à cette cause.

» Les pierres factices ou produits analogues se comportent comme les pierres, suivant leur degré de cuisson et de dureté. Ainsi les ciments, les poteries, les tuiles, les briques, les pavés de Maubeuge, etc., conduisent tous à un degré plus ou moins grand, et la chaleur leur fait perdre momentanément leur propriété conductrice. Nous choisissons, parmi les nombreuses observations faites aux différentes heures du jour avec ces différents minéraux, les quelques exemples qui suivent :

		9h m.	Midi.	3h s.	6h s.	9h s.	Minuit.
Le 18 sept.	Pierre de Caen......	90°	58°	34°	45°	66°	75°
	Marbre vert......	24	21	21	26	32	38
	Hygromètre.....	43	35	40	50	54	55
Le 22 sept.	Silex noir.......	69	47	21	23	48	52
	Schiste dur......	9	0	1	2	3	5
	Hygromètre.....	43	20	18	27	40	43

» Ces différentes expériences ont été faites avec le courant constamment fermé, par conséquent avec les effets de polarisation à leur maximum. On remarquera que les heures des maxima et minima de la conductibilité des pierres se rapprochent beaucoup plus de celles de l'humidité de l'air que dans le cas des bois. »

BALISTIQUE. — *Recherches expérimentales sur les substances explosives.* Note de MM. **Roux** et **Sarrau**, présentée par M. Rolland.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« 1. Nous avons montré, dans une précédente Communication (1), comment on peut obtenir avec la dynamite deux explosions de nature différente. L'explosion simple ou de second ordre est produite par l'inflammation ordinaire de la substance; l'explosion du premier ordre ou *détonation*, par la percussion d'une forte amorce au fulminate de mercure. Ces deux explosions sont telles que la même quantité de la substance déflagrant dans la même capacité y produit, suivant l'ordre de l'explosion, des pressions fort différentes; et il suffit de déterminer, dans les deux cas, les quantités nécessaires à la production d'un même effet explosif, la rupture, par exemple, de bombes identiques, pour en déduire l'intensité relative des deux explosions.

» De nouvelles expériences, entreprises au Dépôt central des poudres, nous ont montré que cette propriété remarquable de la dynamite appartient à la plupart des substances explosives.

» 2. Voici les résultats généraux de ces recherches :

» 1° Les substances suivantes : *nitroglycérine, pyroxyle, acide picrique, picrates de potasse, de baryte, de strontiane et de plomb* DÉTONENT par le fulminate de mercure. Enflammées avec une capsule d'Abel ou, quand celle-ci ne suffit pas, avec une petite quantité de poudre, elles produisent une explosion de second ordre.

» 2° La poudre à tirer, soit en grains, soit en poussier, ne détone pas par le fulminate de mercure; mais, en employant la nitroglycérine comme *détonateur* auxiliaire excité lui-même par le fulminate, on obtient l'explosion de premier ordre de la poudre, très-différente de l'explosion simple, qui paraît se produire dans toutes les conditions où cette substance a été utilisée jusqu'ici.

---

(1) *Comptes rendus*, 28 avril 1873.

» 3° L'explosion du fulminate de mercure (1) par l'amorce Abel paraît être *de premier ordre* : la même matière donne, dans des conditions qu'il nous a été impossible jusqu'ici de fixer avec précision, des effets dont l'intensité amoindrie correspond sûrement à une explosion de second ordre.

» 3. Ces résultats ont été obtenus en cherchant, pour les diverses matières et pour les divers modes d'explosion, les charges de rupture de petites bombes de fonte provenant toutes d'une même coulée, et offrant très-sensiblement la même résistance. Comme dans notre première série de recherches, ces bombes étaient parfaitement fermées avec un bouchon taraudé traversé par un fil isolé au moyen duquel on peut, avec un exploseur, faire partir dans l'intérieur une amorce d'Abel. Ce mode d'épreuve offre quelques irrégularités : nous estimons cependant qu'en opérant avec soin et en réitérant les essais, l'erreur relative d'une détermination ne dépasse pas $\frac{1}{40}$, et cette approximation suffit pour établir avec certitude les résultats que nous avons constatés.

» La charge de rupture est de 13 grammes pour la poudre à fusil, dite *poudre B*. Le rapport de 13 grammes à la charge de rupture d'une autre substance sert de mesure à la *force* de cette substance, celle de la poudre B étant prise pour unité. Ainsi la charge de rupture étant 1^{gr},40 pour le fulminate de mercure, nous en concluons que la force est $\frac{13,0}{1,4} = 9,28$.

» Quand l'explosion est provoquée par un ou plusieurs détonateurs dont l'effet propre n'est pas négligeable, nous faisons le calcul en admettant que les effets des diverses substances s'ajoutent sans se modifier. Supposons, par exemple, que la rupture ait lieu par le mélange des quantités p, p', p'' de trois substances dont les forces respectives sont f, f', f'', les effets partiels étant fp, $f'p'$, $f''p''$; et l'effet total étant équivalent à celui de 13 grammes de poudre, on a la relation $fp + f'p' + f''p'' = 13$; d'où l'on déduit f après détermination préalable de f', f''.

» 4. Voici quelques éléments de ce genre de déterminations :

» 1° *Picrate de potasse.* — Les charges de rupture sont :

1^{gr},45 avec amorce de	0^{gr},6 de fulminate,	force correspondante...	5^{gr},13	Moy. 5^{gr},22
1,75 »	0,4 »	» ...	5,31	

» La même substance étant enflammée avec 1 gramme de poudre B, la

(1) Le fulminate de mercure employé dans ces expériences est celui des amorces à dynamite de M. Gaupillat.

charge de rupture est de $6^{gr},60$, d'où résulte la force $\frac{12,0}{6,6} = 1,82$, $\frac{1}{3}$ environ de la précédente.

» 2° *Poudre B* (explosion de 1er ordre). — Les charges de rupture sont :

$1^{gr},15$ avec $0^{gr},2$ de fulminate et $0^{gr},60$ de nitroglycérine, force correspondante. $4^{gr},41$ } $4^{gr},34$
1,35 » 0,3 » 0,45 » 4,27 }

» La force ordinaire de la poudre est donc plus que quadruplée.

» Nous résumons plus loin, dans un tableau, les résultats analogues obtenus pour les diverses substances qui ont fait l'objet de nos recherches.

» 5. Ce tableau renferme aussi la proportion des gaz permanents fournis et la quantité de chaleur dégagée par 1 kilogramme de chaque substance. Ces éléments sont déterminés par les méthodes que nous avons fait connaître dans une autre Communication (1).

» Le poids des gaz correspond à l'explosion du *second ordre*. Les quantités de chaleur ont été mesurées dans les deux explosions. Les déterminations calorimétriques sont moins précises pour la détonation que pour l'explosion simple. Il est nécessaire de les faire, dans le premier cas, sur de petites quantités de la substance, à cause de l'intensité des effets produits; d'autre part, la chaleur dégagée comprend alors celle du détonateur, et la correction, faite en déduisant de la chaleur totale celle de l'amorce mesurée *isolément*, offre quelque incertitude. Nous estimons cependant que les chiffres obtenus ne sont pas bien éloignés de la réalité, et donnent une approximation très-suffisante pour les usages pratiques.

Désignation de la substance explosive.	Force explosive. 2e ordre.	Force explosive. 1er ordre.	Poids des gaz. 2e ordre.	Chaleur dégagée. 2e ordre.	Chaleur dégagée. 1er ordre.
Fulminate de mercure	»	9,28	»	»	752^cal
Poudre B	1,00	4,34	0,414	731^cal	732
Nitroglycérine	4,80	10,13	0,800	1720	1777
Pyroxyle	3,00	6,46	0,850	1056	1060
Acide picrique	2,04	5,50	0,892	828	868
Picrate de potasse	1,82	5,31	0,740	787	852
» de baryte	1,71	5,50	0,719	671	705
» de strontiane	1,35	4,51	0,624	637	745
» de plomb	1,55	5,94	0,668	555	663

» 6. On peut vérifier par les chiffres de ce tableau que, suivant une règle analogue à celle qui a été donnée par M. Berthelot, la force de l'*ex-*

(1) *Comptes rendus*, 14 juillet 1873.

plosion simple d'une substance est proportionnelle au produit du poids des gaz qu'elle fournit par la chaleur qu'elle dégage. Les forces de *détonation* sont à peu près proportionnelles aux chaleurs de combustion pour six des substances étudiées. Le fulminate de mercure et les picrates de baryte et de plomb ne satisfont pas à cette règle, que nous croyons cependant assez exactement applicable aux substances ou mélanges de substances qui ne renferment pas d'éléments métalliques.

» 7. Nous terminerons cette Communication par une remarque dont il importe de tenir compte, pour reproduire sûrement les effets que nous avons observés. La détonation exige, pour se produire, un certain rapport entre la masse du corps détonant et celle du détonateur, et, à cet égard, les matières explosives paraissent se partager en deux catégories distinctes : les unes détonant dans toute leur étendue dès qu'un seul point subit l'influence détonatrice, les autres exigeant que cette influence s'exerce sur tous les points de leur masse. Nous ne faisons qu'indiquer aujourd'hui ces circonstances, sur lesquelles nous nous proposons de revenir. »

BALISTIQUE. — *Sur un enregistreur à indications continues, pour la détermination de la loi de variation des pressions produites par les gaz de la poudre.* Note de M. **Ricq**, présentée par M. le général Morin.

(Commissaires : MM. Morin, Rolland, Tresca.)

« La méthode en vue de laquelle l'enregistreur a été établi consiste, en principe, à faire tracer directement par un projectile soumis à l'action des gaz de la poudre une courbe représentative de la loi de son mouvement. Cette loi étant exprimée par une relation de la forme $e = f(t)$, on en déduira, pour la loi des pressions, $F = mf''(t)$.

» Soit une enveloppe quelconque, de capacité fixe ou variable, dans laquelle doit détoner une charge de poudre; si l'on veut connaître la loi de variation des pressions en un point choisi arbitrairement sur la paroi, on y pratiquera un petit canal destiné à recevoir le projectile dont il s'agit, et l'on disposera l'enregistreur convenablement dans le voisinage.

» Une condition importante à remplir est que l'augmentation de volume qui résultera du déplacement de ce projectile soit négligeable par rapport au volume total des gaz, de telle sorte que la loi de variation des pressions n'en soit pas altérée.

» Le poids du projectile pourra être choisi arbitrairement, et l'on sera ainsi maître de régler la durée totale du phénomène à enregistrer.

» Cette manière d'opérer se présente naturellement à l'esprit : aussi ai-je

pensé que si elle n'avait pas été pratiquée encore, à ma connaissance du moins, la cause en était aux difficultés que l'on pouvait prévoir dans l'exécution. Il m'a donc paru prudent de rechercher d'abord si l'intensité des forces mises en jeu et la vitesse relativement grande du mobile ne constituaient pas un obstacle trop considérable au tracé direct d'une courbe par un style lié à ce mobile.

» Les premiers essais entrepris dans ce but remontent au mois de juillet 1873. Les résultats obtenus ont été jugés satisfaisants et M. le Ministre de la Guerre a bien voulu, d'après l'avis du Comité de l'Artillerie, autoriser la construction d'un appareil spécialement destiné à ce genre de recherches.

» Dans ces essais préliminaires, la courbe du mouvement était tracée sur un disque tournant (appareil de M. le général Morin pour l'étude des lois du frottement); on s'est aperçu bien vite que, dans des conditions identiques, les résultats se reproduisaient avec une constance remarquable; mais, au point de vue de l'interprétation de ces résultats, une courbe tracée en coordonnées rectangulaires sur un cylindre offre beaucoup plus d'exactitude.

» On a donc pris pour base de l'enregistreur un cylindre tournant. Ce cylindre a 1 mètre de circonférence et 40 centimètres de hauteur. Un système convenable de roues dentées permet de lui imprimer une vitesse d'environ 36 tours par seconde. Dans ces conditions, une longueur de $\frac{1}{10}$ de millimètre à la circonférence représente $\frac{1}{360000}$ de seconde; telle est l'erreur de lecture que l'on peut commettre dans l'évaluation du temps; autrement dit, une durée de $\frac{1}{100}$ de seconde pourra être décomposée en 36 périodes égales, et égales chacune à $\frac{1}{3600}$ de seconde, chaque période étant observée avec une erreur relative de $\frac{1}{100}$.

» Il y avait lieu de chercher à obtenir la même approximation dans la mesure de la vitesse du cylindre. Le compteur dont on fait usage pour cela se compose d'une règle en acier qui peut tomber librement suivant la verticale et d'une hauteur connue parallèlement au fond du cylindre tournant. A ce fond est fixée une aiguille qui, à chaque tour de cylindre, marque un trait sur le compteur. La distance des traits successifs fait donc connaître, d'après la formule $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, la durée d'un tour. On a pu observer ainsi que le mouvement du cylindre était uniforme pendant quatre ou cinq tours; par conséquent, le feu étant mis automatiquement à la poudre, par le moyen d'une étoupille électrique, au moment même où l'on observe la vitesse de rotation, on peut admettre que cette vitesse est celle du cylindre pendant la durée très-courte du phénomène à enregistrer.

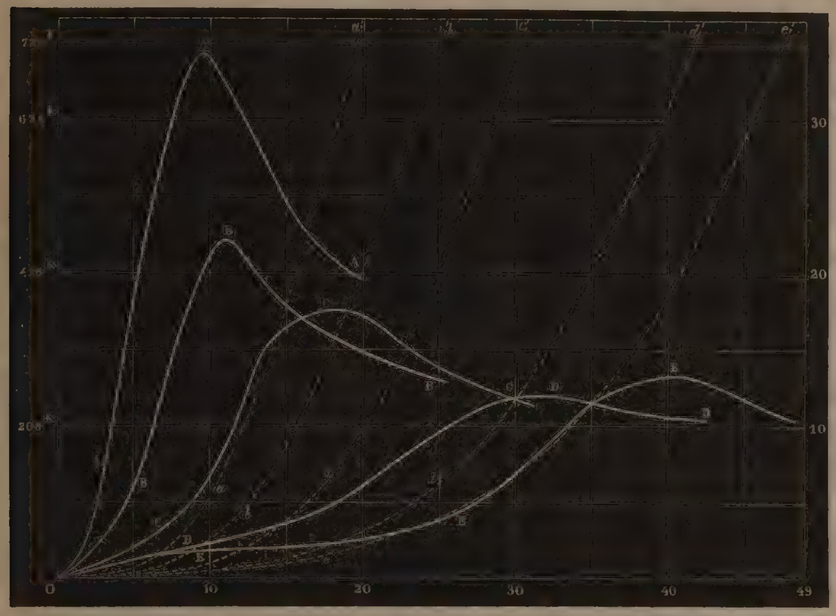
» Pour plus de sûreté, on fait usage de deux compteurs semblables qui se contrôlent réciproquement. Les différences qu'ils accusent ne doivent pas dépasser $\frac{1}{100}$ de la valeur totale. Exemple :

COMPTEUR N° 1.			COMPTEUR N° 2.		
Hauteur de chute.	Durée correspondante.	Différence ou durée d'un tour.	Hauteur de chute.	Durée correspondante.	Différence ou durée d'un tour.
43mm	0,0936 s		35mm	0,0845 s	
74	0,1232	0,0296 s	64	0,1142	0,0297 s
114,6	0,1528	0,0296	101,5	0,1439	0,0297
163,5	0,1825	0,0297	158,2	0,1795	0,0296
221	0,2122	0,0297	202,4	0,2031	0,0296
			265,5	0,2326	0,0295
	Moy...	0,02965		Moy...	0,02962

» Le mouvement du cylindre ainsi déterminé, il ne reste plus qu'à assurer la marche du style lié au projectile, de telle sorte que la pointe parcoure exactement une ligne droite parallèle aux génératrices du cylindre, et que, mise en contact avec sa surface convenablement préparée, elle y trace une courbe facile à relever. Ce résultat est obtenu très-simplement de la manière suivante : le cylindre est recouvert d'une couche mince de paraffine parfaitement régulière; le style est constitué par une pointe d'acier très-fine qui pénètre dans la paraffine de quelques dixièmes de millimètre sans résistance appréciable, et y marque des traits d'une grande netteté. Ce style est lui-même fixé sur un curseur qui glisse dans une coulisse le long du cylindre en participant au mouvement du projectile. La courbe tracée, le curseur et le projectile continuent leur mouvement, et sont reçus dans une grande caisse remplie de sciure de bois. On peut ainsi faire plusieurs expériences consécutivement sans rien changer à l'appareil, et, quand on juge que le cylindre est trop chargé de courbes, on renouvelle la paraffine. Aucune de ces opérations n'exige d'habileté spéciale. Le relevé des courbes s'obtient en appliquant sur la surface du cylindre une feuille de papier à calquer préalablement quadrillée, et en pressant légèrement avec l'ongle.

» Le calcul et la vérification se feront très-simplement en considérant des subdivisions égales du temps. Si l'on prend l'axe des temps pour axe des abscisses, les différences premières des ordonnées seront proportionnelles aux vitesses successives et les différences secondes aux pressions. On peut ainsi achever tous les calculs de transformation sans faire intervenir

les valeurs effectives des vitesses et des pressions. Connaissant, en outre, la vitesse de rotation du cylindre, la masse et la section transversale du projectile, on calcule aisément les multiplicateurs à l'aide desquels on passe de ces nombres proportionnels aux valeurs effectives correspondantes.



	Courbe des pressions.	Courbe des mouvements.
Poudre (1) à canon ordinaire des pilons (50^{gr}) (75^{s} $12^{c},5$ $12^{s},5$)........	A A	*a a*
» » . (30^{gr}) (75^{s} $12^{c},5$ $12^{s},5$)........	B B	*b b*
Poudre (2) des pilons à grains de 6^{mm} (30^{gr}) (75^{s} $12^{c},5$ $12^{s},5$)......	C C	*c c*
Poudre A_1 (3) du Bouchet (30^{gr}) (75^{s} 15^{c} 10^{s})......................	D D	*d d*
Fragment d'une rondelle comprimée de la gargousse du canon de 7 (30^{gr}) (75^{s} $12^{c},5$ $12^{s},5$)..	E E	*e e*

Nota. — Les pressions sont exprimées en kilogrammes par centimètre carré. Les espaces parcourus, en centimètres. Les durées, en $\frac{1}{8600}$ de seconde.

» On a déjà exécuté, avec l'enregistreur, un assez grand nombre d'expériences qui avaient surtout pour objet de vérifier la marche de l'appareil et d'en régler tous les détails. Quelques-uns des résultats obtenus sont in-

---

(1) Grosseur des grains entre $2^{mm},5$ et $1^{mm},5$; densité au mercure 1,56.

(2) Grosseur des grains entre $5^{mm},5$ et $6^{mm},5$; densité au mercure 1,57.

(3) Grains aplatis, épaisseurs $4^{mm},5$, entre 7 et 10 millimètres à la base; densité au mercure 1,70.

diqués dans la figure ci-jointe, mais seulement pour montrer ce que l'on peut attendre de la méthode dont il s'agit. Dans ces essais, on a fait usage des diverses poudres; les résultats indiquent bien qu'elles ont des tempéraments très-différents; il serait prématuré d'ailleurs de chercher pour le moment à en déduire des conséquences pratiques.

» Les données communes à toutes les expériences sont les suivantes :

Capacité de la chambre à poudre...............	100^{cc}
Poids du projectile (curseur compris)...........	610^{gr}
Section transversale du projectile..............	$3^{cc},8$
Vitesse de rotation du cylindre par seconde......	36 tours.

» En résumé, l'appareil qui vient d'être décrit succinctement a été étudié principalement en vue d'une application facile pour les besoins journaliers de l'artillerie. Si ce but a été atteint, l'*enregistreur* trouvera certainement son emploi dans les nombreuses recherches qui ont trait à la Balistique intérieure et aux effets des poudres. Les lois expérimentales qu'il mettra en évidence serviront à résoudre bien des problèmes utiles pour lesquels on manque de données suffisantes. Enfin cet appareil pourra peut-être servir encore pour vérifier les lois théoriques que les progrès de la Thermodynamique permettront de formuler sur le même sujet. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la synthèse de la purpurine et de quelques matières colorantes analogues.* Note de M. A. Rosenstiehl.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Peligot, Cahours.)

« MM. Schützenberger et Schiffert, en effectuant l'analyse immédiate de la purpurine commerciale, y ont découvert une petite quantité d'une substance jaune, teignant mal les mordants d'alumine en jaune-orangé, et ayant la composition de l'alizarine ou d'un hydrure d'alizarine. M. Schützenberger a observé, en outre, que cette matière, qu'il appelle *purpuroxanthine*, se produit en réduisant la purpurine soit par l'acide iodhydrique, soit en solution alcaline par l'oxyde d'étain. C'est l'étude de ce corps qui a été le point de départ des expériences que je vais résumer, et qui viennent compléter, dans une certaine mesure, l'intéressant travail de M. de Lalande sur la synthèse de la purpurine.

» 1. On obtient facilement la purpuroxanthine en faisant agir à chaud du phosphore blanc sur une solution alcaline de purpurine. Celui-ci se

dissout sans dégagement de gaz; la réduction est achevée en peu de minutes; la couleur de la solution passe du violet-rouge au rouge, puis au brun. On verse dans l'eau acidulée; le précipité floconneux est recueilli, lavé et séché : on obtient à peu près le rendement théorique. En filtrant la solution alcoolique de cette matière sur du noir animal et en y ajoutant de l'eau, on obtient la purpuroxanthine sous forme d'une poudre cristalline d'un jaune très-vif. Elle se sublime facilement en aiguilles dont la couleur jaune-orangé se confond avec celle de l'alizarine pure; l'alcool, l'acide acétique, la benzine sont de bons dissolvants de ce corps; l'eau la précipite de sa solution alcoolique sous forme d'une gelée translucide, qui se concrète, peu à peu, en flocons plus denses. Les alcalis la dissolvent avec une belle couleur rouge; ses combinaisons calcaire et barytique se dissolvent un peu dans l'eau bouillante, qu'elles colorent en orangé-rouge. La solution aqueuse d'alun la dissout à l'ébullition, et elle s'en sépare presque totalement par le refroidissement. Elle ne teint pas les mordants d'alumine et de fer. Son analyse élémentaire ne laisse aucun doute sur sa composition, qui est représentée par $C^{14}H^{8}O^{4}$; elle est donc un isomère de l'alizarine, et probablement identique avec l'alizarine de Rochleder.

» 2. Dans un milieu alcalin, les réducteurs ne la modifient pas d'une manière durable; la solution couleur rouge vire au brun; mais, si on la verse dans l'eau acidulée, la matière primitive est régénérée. L'acide iodhydrique la modifie profondément; on n'obtient aucun résultat net en opérant en vase clos, tandis qu'en se servant d'acide bouillant à 127 degrés et de phosphore blanc à la pression ordinaire, on obtient d'abord une matière d'un jaune plus verdâtre que la précédente, soluble dans l'acide iodhydrique, l'alcool, l'acide acétique et la benzine, d'où elle se sépare en lamelles cristallines brillantes : cette matière ne se sublime pas. Sa solution alcaline est brune et s'oxyde à l'air en régénérant la purpuroxanthine. Elle teint les mordants d'alumine à peu près comme le quercitron. L'analyse élémentaire laisse le choix entre $C^{14}H^{10}O^{4}$ et $C^{14}H^{12}O^{4}$.

» En prolongeant l'action de l'acide iodhydrique dans les conditions indiquées, on obtient de l'anthracène et ses deux hydrures, qui ont été caractérisés par leurs propriétés physiques et chimiques et par l'analyse élémentaire. Je n'ai pas trouvé de phénanthrène parmi les produits de cette réduction. Chauffée avec la poudre de zinc, la purpuroxanthine donne naissance à l'anthracène.

» 3. En solution alcaline bouillante, il se fixe un atome d'oxygène sur la purpuroxanthine, et la purpurine est régénérée; elle est identique

avec celle de la garance. La synthèse de la purpurine se trouve ainsi ramenée à celle d'un isomère de l'alizarine, ce qui donne une deuxième solution au problème de la production industrielle de ce corps précieux (1).

» 4. J'ai répété, aussitôt que j'en ai eu connaissance, les belles expériences synthétiques de M. de Lalande, et j'ai obtenu, en effet, de la purpurine identique à celle de la garance et à celle que j'avais obtenue par oxydation de la purpuroxanthine.

» Cette purpurine artificielle, obtenue par oxydation de l'alizarine, donne naissance par réduction, non pas à l'alizarine, mais à son isomère, la purpuroxanthine, laquelle, soumise à la méthode d'oxydation de M. de Lalande, reproduit de la purpurine. Il est donc établi, par mes recherches et par celles de ce jeune chimiste, que deux substances isomères reproduisent par oxydation la purpurine; tandis que, inversement, la réduction de celle-ci ne donne naissance qu'à l'un des isomères, à celui qui est privé des propriétés de la matière colorante. Ainsi que je l'ai dit dans ma dernière Note (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 680), M. Schützenberger d'abord et moi après lui, nous avons vainement cherché l'alizarine parmi les produits de la réduction de la purpurine. On peut conclure de ce qui précède que ce corps contient trois hydroxyles, dont l'un caractérise l'alizarine, l'autre la purpuroxanthine, et le troisième est commun aux deux autres isomères.

» 5. J'ai essayé l'action oxydante des solutions alcalines sur deux autres isomères de l'alizarine : l'acide chrysophanique et l'anthraflavone.

» Le premier de ces deux corps, chauffé à 195 degrés, dans une lessive alcaline concentrée, se transforme en une substance douée des propriétés colorantes des principes immédiats de la garance; elle est beaucoup plus soluble dans l'alcool faible que l'acide chrysophanique, et elle s'en sépare sous forme d'une poudre cristalline d'un rouge foncé; sa solution alcaline est un peu plus violacée que celle de l'alizarine pure. Elle teint les mordants d'alumine en rouge-grenat, ceux de fer en un bleu-vert très-rabattu. Ces couleurs résistent bien à l'eau de savon bouillante.

» D'après son origine, ce corps serait un isomère de la purpurine. J'y reviendrai plus tard. L'anthraflavone, d'après la description qui en a été faite par MM. Barth et Sennhofer (*Annalen der Chemie und Pharmacie*,

---

(1) Cette réaction étant la première par laquelle on ait transformé une matière non colorante en purpurine, j'ai tenu à en établir la date en déposant un pli cacheté à la Société industrielle de Mulhouse, le 14 février 1872, qui a été ouvert le 26 juin 1874. (Voir *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, 1874, p. 319.)

t. CLXX, p. 100), se rapproche beaucoup de la purpuroxanthine. Les auteurs indiquent même que, si on la chauffe dans une solution alcaline, celle-ci se colore en violet fort riche; mais ils n'ont pas interrompu l'opération en ce point, et n'ont pas isolé les produits de cette réaction. Ceux-ci, à l'état brut, teignent les mordants d'alumine comme la garance, en nuances identiques et de même solidité; ils donnent avec l'eau d'alun une solution rouge, mais qui ne possède pas la belle fluorescence de la purpurine.

» L'analyse immédiate de ce produit brut le scinde nettement en deux corps, dont l'un, soluble dans la benzine, teint les mordants comme l'alizarine, mais en diffère par sa solubilité dans l'alun; l'autre teint les mordants d'alumine comme la purpurine, mais en diffère par sa faible solubilité dans la benzine et l'eau d'alun, et sa forte solubilité dans l'alcool. Ainsi l'anthraflavone isomère de l'alizarine produit par oxydation simultanément deux matières colorantes, qui, d'après leur origine, pourraient être des isomères de la purpurine, et sur lesquelles je reviendrai. J'ai comparé ces divers corps à l'isopurpurine découverte par M. Auerbach dans l'alizarine artificielle « pour rouge » et j'ai constaté que ce corps n'est identique avec aucun de ceux que je viens de décrire.

» 6. J'ai mentionné dans cette Note quatre isomères de l'alizarine; il convient d'ajouter à cette liste un cinquième corps, découvert par Grimm, la chinizarine. De même, si l'on admet comme isomères les produits qui en dérivent par oxydation, et qui tous sont des matières colorantes analogues, et de même solidité quant aux agents chimiques, on connaîtrait actuellement cinq corps de la composition de la purpurine (1). L'isomérie réside évidemment dans la position différente des groupes (HO) et, sans faire aucune hypothèse, on peut dès maintenant distinguer parmi ces isomères deux classes. L'anthraquinone dont ils dérivent, C^6H^4, CO, C^6H^4, contient deux fois le groupe C^6H^4; l'une des classes dont je parle résulterait de ce fait que tous les (HO) sont contenus dans un seul groupe C^6; dans l'autre, ils seraient répartis dans les deux. A la première classe appartiennent, sans qu'il puisse y avoir de doute à cet égard, la pseudopurpurine qui est $C^8H^4O^2, C^6(HO)^4$, la purpurine $C^8H^4O^2, C^6H(HO)^3$, l'alizarine et la pur-

(1) La suite apprendra s'il faut ajouter à cette liste une substance dont j'ai observé la formation simultanément à la purpurine, par l'action de la pseudopurpurine, et par l'oxydation de la purpuroxanthine. Cette matière teint en jaune-orangé vif et stable les mordants d'alumine, et rappelle la munjistine de M. Stenhouse. J'en ai possédé jusqu'à présent trop peu pour en établir la composition.

puroxanthine $C^8H^4O^2, C^6H^2(HO)^2$, car tous ces corps produisent, par oxydation, l'acide phtalique C^8H^4, O^3, qui contient un groupe C^6H^4 intact. A cette classe appartient encore la chinizarine, obtenue par l'action de l'acide phtalique sur l'hydroquinone. Dans la deuxième classe il faut ranger : 1° l'anthraflavone et les matières colorantes que j'en ai obtenues par oxydation; elle est effectivement le résultat de l'action réciproque de 2 molécules d'acide oxybenzoïque avec élimination d'eau :

$$2C^6H^4(HO), CO HO - 2H^2O = C^6H^3(HO), CO, CO, C^5H^3, (HO).$$

2° L'anthrachrysone, obtenue par un procédé analogue (1) en partant de l'acide dioxybenzoïque $C^6H^2(HO)^2, C^2O^2, C^6H^2(HO)^2$; 3° la rufiopine obtenue par MM. Liebesmann et Chojnacki à l'aide de l'acide ossianique (*Berichte der deuts. chem. Gesellschaft*, 1871, p. 195); 4° l'acide rufigallique, dérivé de l'acide trioxybenzoïque ou gallique $C^6H, (HO)^3, C^2O^2, C^6H, (HO)^3$.

» Un autre fait paraît se dégager, dès maintenant, de cette étude comparative : pour qu'un dérivé de l'anthraquinone soit une matière colorante, il faut que le même groupe C^6H^4 contienne au moins deux fois le groupe (HO); mais cette condition ne suffit pas, puisque, des cinq isomères de l'alizarine, il n'y a que celle-ci et la chinizarine qui teignent les mordants; mais, dès qu'il y a 3 atomes de H remplacés, on a des matières analogues et dont les couleurs résistent à l'action du savon : la purpurine $C^6H^4, C^2O^2, C^6H(HO)^3$ et l'acide rufigallique $C^6H, (HO)^3, C^2O^2, C^6H, (HO)^3$ sont les types de constitution de ces matières. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles observations au sujet de la composition chimique des eaux de Bagnères-de-Luchon;* par M. E. **Filhol.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Balard, Fremy, Wurtz.)

« Dans ma Note du 7 septembre dernier, j'ai voulu établir :

» 1° Que le procédé qui consiste à étudier la nature du composé sulfuré des eaux de Bagnères-de-Luchon, en les désulfurant par du carbonate de plomb et cherchant si de l'acide carbonique est mis en liberté, m'appartient;

» 2° Que, si l'eau de Luchon contenait un sulfhydrate de sulfure en même temps que des carbonates solubles, le dosage de l'acide carbonique libre qu'on exécuterait sur de l'eau préalablement désulfurée par le sulfate de plomb serait nécessairement inexact.

(1) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CLXIV, p. 109.

» Ces points ne sont pas contestés.

» J'ai affirmé, en outre, que je n'ai pas retiré de l'eau minérale, désulfurée par du carbonate de plomb, une quantité d'acide carbonique supérieure à celle que j'obtenais en opérant sur de l'eau non désulfurée. Je maintiens l'exactitude de mon assertion. J'ai opéré dans ces dernières années sur de l'eau décantée et non sur de l'eau filtrée, et mes expériences m'ont toujours conduit à la même conclusion.

» J'ai écrit, en 1853, que l'eau de Bagnères-de-Luchon désulfurée par du sulfate de plomb bien pur et filtrée est légèrement alcaline. Je soutiens qu'il en est ainsi : je dis même qu'il ne peut pas en être autrement. En effet, si l'on détermine, au moyen d'une solution titrée d'acide sulfurique, l'alcalinité de l'eau minérale, sans se préoccuper de la nature des sels dont la réaction alcaline se manifeste, on trouve que 1 litre d'eau de la source Bayen exige, pour être saturée, $0^{gr},1030$ d'acide sulfurique réel. L'alcalinité est due en partie au composé sulfuré, en partie à des carbonates ou à des silicates qui l'accompagnent. Si nous attribuons au sulfure la part qui lui revient, soit $0^{gr},0735$ d'acide pour $0^{gr},0717$ de monosulfure de sodium, il reste $0^{gr},0295$ d'acide, qui ont dû être saturés par les carbonates ou les silicates. N'est-il pas évident que, du moment où la quantité de sels à réaction alcaline est supérieure à celle qui serait nécessaire pour saturer l'acide sulfurique mis en liberté pendant la réaction du sulfate de plomb sur un sulfhydrate, l'eau désulfurée par le sulfate de plomb ne peut pas être acide ?

» L'auteur de la Note du 21 septembre (1) pourra s'assurer, s'il veut bien vérifier ses calculs, que ce qu'il a écrit n'est pas seulement inexact, mais impossible, car $0^{gr},0717$ de monosulfure de sodium, ou $0^{gr},0514$ de sulfhydrate, quantités qui s'équivalent, ne peuvent pas, en agissant sur un excès de sulfate de plomb, introduire dans l'eau minérale, par suite de la double décomposition, $0^{gr},1071$ d'acide sulfurique, ainsi qu'il l'a écrit. Cette quantité d'acide sulfurique représenterait $0^{gr},0428$ de soufre et non $0^{gr},0294$, et $0^{gr},1044$ de monosulfure de sodium, au lieu de $0^{gr},0717$, ou $0^{gr},0749$ de sulfhydrate, au lieu de $0^{gr},0514$.

» Il est évident d'ailleurs que la quantité d'acide sulfurique introduite dans l'eau minérale, par suite de la réaction du sulfate de plomb, doit être la même, quelle que soit la nature du composé : on a en effet, dans le cas du monosulfure,

$$2NaS + 2(PbSO^4) = 2PbS + 2(NaSO^4)$$

(1) Voir page 683 de ce volume.

et, dans le cas du sulfhydrate,

$$NaSHS + 2(PbSO^4) = 2PbS + NaSO^4 + HSO^4.$$

» L'excès d'acide sulfurique signalé par l'auteur de cette Note est donc inexplicable. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage du cuivre par les liqueurs titrées.* Mémoire de M. **Pr. Lagrange.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Balard, Peligot, Berthelot.)

« Les méthodes volumétriques possèdent, en général, une précision exceptionnelle. Celles que nous connaissons pour le dosage du cuivre sont peu nombreuses et généralement peu employées.

» La nouvelle méthode de dosage du cuivre par les liqueurs titrées, que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, repose : 1° sur la précipitation du cuivre, de ses solutions acides (sulfurique ou azotique), par la soude ou la potasse caustiques ; 2° sur la transformation de l'hydrate de deutoxyde de cuivre obtenu en tartrate cupropotassique ou sodique ; 3° sur la réduction du sel cuprique en protoxyde rouge de cuivre anhydre, par une solution titrée de glucose pur. »

ASTRONOMIE. — *Examen comparatif et critique des hypothèses qui ont été proposées pour expliquer la figure des comètes et l'accélération de leurs mouvements.* Mémoire de M. **H. Champion.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Villarceau, Lœwy.)

« Dans cette première partie de mon travail, qui est consacrée à l'étude de l'hypothèse de l'action répulsive des rayons solaires, je me propose de démontrer : 1° qu'une force dirigée suivant le rayon vecteur développe, dans les deux parties opposées d'une orbite elliptique, séparées par le grand axe, deux composantes tangentielles de signes contraires et dont les effets se compensent exactement entre eux ; 2° qu'elle donne lieu à une troisième composante, opposée à la gravité, dont le résultat final est d'accroître les dimensions de l'orbite, en donnant la prépondérance à la force centrifuge de rotation, et de *diminuer* la vitesse des mouvements périodiques. 3° Enfin j'essaye de prouver que, aux distances où apparaissent les queues des comètes, l'action des rayons solaires sur une matière extrêmement raréfiée est incapable de produire un accroissement de température appréciable. »

M. G. **Jean** adresse, à propos de la machine pneumatique à mercure de M. *de Las Marismas* (1), les observations suivantes :

« Dans une Note présentée à l'Académie le 22 août 1864, et reproduite dans le journal *les Mondes*, j'ai donné la description d'une machine pneumatique à mercure dans laquelle le mercure sert de soupape, comme dans celle de M. de Las Marismas. Cette machine, qui n'a qu'un corps de pompe de 1 litre, est utilisée dans l'industrie depuis cette époque. Elle m'a permis de recueillir les gaz contenus dans un récipient et de faire un vide assez parfait pour la préparation de tubes de M. Hittorf, résistant à des étincelles de 6 à 7 centimètres, quoique la distance entre les extrémités des fils de platine soit inférieure à $\frac{1}{2}$ millimètre. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Jamin, Desains.)

M. G. **Jeannel** adresse, comme faisant suite à son Rapport sur les stations météorologiques françaises de l'isthme de Suez, une Note sur les stations de Saïgon et Shang-Haï.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Guyon** adresse un certain nombre de pièces à l'appui du procédé de lithotritie qu'il a présenté pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Brachet** adresse une Note relative à l'arc voltaïque et à la lumière du magnésium.

(Renvoi à la Commission du legs Trémont.)

M. C. **Fiess** adresse une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** informe l'Académie qu'il a pris connaissance des préoccupations manifestées par elle au sujet du transport des ceps de vigne phylloxérés, et de celui de l'insecte lui-même, à une époque où l'on constatait un développement inusité de Phylloxeras ailés.

---

(1) *Voir* p. 676 de ce volume.

Des mesures avaient déjà été prises pour empêcher la circulation des cépages suspects : les instructions à cet égard ont été renouvelées. Des instructions nouvelles viennent d'être données, par M. le Ministre des Finances, pour interdire, d'une manière absolue, le transport du Phylloxera lui-même par l'Administration des postes.

M. **Maurice Girard**, délégué de l'Académie, adresse le résultat de ses nouvelles recherches sur les points envahis par le Phylloxera, dans les Charentes et la Dordogne. La carte de l'invasion dans cette partie de la France sera bientôt mise sous les yeux de l'Académie, conformément aux instructions de la Commission.

VITICULTURE. — *Sur la composition chimique comparative des diverses parties de la vigne saine et de la vigne phylloxérée.* Note de M. **Boutin**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'auteur a déjà signalé des différences de composition très-notables entre les sucs et les tissus de la vigne saine et ceux de la vigne infestée de Phylloxeras. Le tableau suivant résume l'état actuel des expériences qu'il poursuit et dont il fera connaître bientôt les détails et les compléments.

	Vigne saine, p. 100.	Vigne phylloxérée.
Écorce, racines fraîches, sucre de canne (1).	2	0
» » glucose	0	1
Racines sans écorce (fraîches), albumine	2	0,6
Racines sans écorce (fraîches), acide oxalique	17,80	4,04
Racines desséchées à 100 degrés C., acide pectique	6,20	1,90
Racines desséchées à 100 degrés C., tannin	9,60	7,68
Radicelles » carbonate de potasse	1,48	0,428
» » cendre totale	6,42	12,85
Feuilles desséchées à 100 degrés C., recueillies en juin, carbonate de potasse	1,35	0,72
» » cendre totale	8,80	2,95
Feuilles desséchées, recueillies en septembre, carbonate de potasse.	0,72	0,39
» » cendre totale	13,25	13,00
Sarments desséchés à 100 degrés C., carbonate de potasse	1,99	0,26
» » cendre totale	3,45	3,49

(1) Interverti en glucose.

VITICULTURE. — *Expériences faites à Cognac, sur des vignes phylloxérées, avec le coaltar recommandé par M.* Petit. Note de M. **P. Mouillefert**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le 17 juillet, M. Dumas m'écrivait ce qui suit :

« M. Petit, de Nîmes, ayant mis sous les yeux de l'Académie des attestations de nature à faire espérer quelques résultats avantageux de l'emploi d'un coaltar spécial, qu'il a mis en usage en grand, les délégués de l'Académie vont visiter les vignes qu'il a traitées.

» J'ai pensé, en outre, qu'il serait bon que l'essai de ce produit fût fait à Cognac. En conséquence, j'ai demandé à M. Petit de vous en envoyer. »

» Le 23 juillet, je recevais deux fûts de ce produit, pouvant contenir environ 100 litres chacun. Le 24, je faisais une série d'expériences avec cette substance sur la propriété de M. Thibault, adjoint de Cognac.

» La vigne soumise au traitement se trouve sur le versant gauche de la rivière appelée *Antennes*, à environ 150 mètres de la crête qui sépare la vallée de la Charente, qui est à environ 1 kilomètre de là. Le sol est nettement silico-argileux à la surface, et devient peu à peu argilo-calcaire au fur à mesure qu'on descend; le calcaire prend insensiblement la place de la silice, de sorte que l'on peut à peu près diviser ce sol en trois zones, ainsi définies :

» Jusqu'à 40 centimètres de profondeur, sol silico-argileux; de 40 centimètres à 80 centimètres, argilo-calcaire; de 80 centimètres à 1 mètre, calcaire-argileux; mais l'argile diminue de plus en plus, de façon qu'arrivé à 1 mètre il n'y en a pour ainsi dire plus, et l'on a un sous-sol formé d'un calcaire blanchâtre très-dur, contenant quelques silex pyromaques, et presque impénétrables aux racines de la vigne.

» Les ceps sont déjà âgés et appartiennent à la variété appelée *Folle-blanche;* il y a aussi quelques ceps de la variété appelée *Balzac*.

» La vigne est dans sa deuxième année de maladie; elle est jaune, peu vigoureuse et porte peu de raisins.

» Les essais ont été faits de deux manières :

» 1° Neuf ceps ont été déchaussés à 20 et 25 centimètres de profondeur et sur un rayon d'environ 30 centimètres. Le chevelu et les petites racines sont rares. Dans l'excavation ainsi formée, on a versé 2 litres de goudron, tout en arrosant le bas du cep. Cela fait, on a ramené la terre sur la substance, et on l'a tassée fortement avec les pieds.

» Les neuf ceps formaient trois rangées et occupaient une surface d'environ 20 mètres carrés (1).

» 2° Dans un autre endroit, où la plante était un peu moins vigoureuse, on a déchaussé, comme ci-dessus, douze ceps jusqu'aux racines, soit à 15 ou 20 centimètres de profondeur, sur un rayon de 25 à 30 centimètres; puis on a d'abord versé dans l'excavation 1 litre de goudron. D'autre part, dans un pot à fleurs de 10 litres, 2 autres litres de coaltar ont été versés et mêlés à environ $1\frac{1}{2}$ litre de terre fine silico-argileuse, de façon à former une pâte malléable. Cette pâte a été ensuite déposée dans le trou, où l'on avait déjà versé 1 litre de coaltar; elle formait autour du cep une couche uniforme d'environ 5 centimètres d'épaisseur. Comme dans l'expérience n° 1, la terre a été ramenée au pied du cep et tassée. Le chevelu et les petites racines étaient rares.

» Comme il y avait longtemps qu'il n'avait plu, le sol était très-sec et très-dur; le coaltar était très-fluide.

» *Résultats.* — Le 3 août, c'est-à-dire dix jours après l'opération, je visitai ces expériences :

» *Expérience* n° 1. — Les ceps n'avaient pas changé : leur végétation et leur aspect étaient comme avant l'opération. En découvrant les racines, on constatait que la terre sentait fortement le goudron, avec lequel elle avait formé des mottes humides et tachant les doigts. Lorsqu'on arrivait aux racines, celles qui avaient été touchées par la substance ne présentaient plus d'insectes, ou du moins, si l'on en voyait encore dans quelques replis ou excavations, la plupart étaient noirs, c'est-à-dire morts. Cependant j'ai pu encore en montrer à M. Thibault, en ces points ou dans l'écorce morte, quelques-uns vivants.

» En descendant plus bas dans le sol, où le coaltar n'avait pas pénétré, à 4 ou 5 centimètres seulement de la terre imprégnée, on n'en voyait presque pas de morts. Le sol, dans ces endroits, ne sentait déjà presque plus le goudron.

» Enfin, en descendant encore plus bas, à 10 ou 15 centimètres de la terre imprégnée, les parasites ne semblaient pas avoir été incommodés et étaient très-nombreux. La terre, à cette profondeur, ne sentait plus le coaltar.

» D'autre part, les racines étant examinées dans le sens du rayon

---

(1) Les ceps sont espacés en moyenne de $1^m,65$ dans les lignes, et les lignes sont séparées par un intervalle de $1^m,30$, soit donc environ 4700 ceps par hectare.

comme dans le sens de la profondeur, à quelques centimètres de la terre imprégnée, on y retrouvait les Phylloxeras en grand nombre.

» *Expérience* n° 2. — Comme ci-dessus, dans les endroits où la substance a pénétré, on n'a trouvé que quelques insectes vivants; mais, à 5 ou 6 centimètres de là, le nombre de ces insectes augmentait de plus en plus, au fur et à mesure qu'on s'éloignait de la couche goudronnée.

» 8 *août*. — Les deux ceps sont de nouveau examinés. On ne trouve des insectes vivants qu'en dehors de la zone pénétrée par le coaltar. La terre sent encore beaucoup le goudron, qui forme avec elle des mottes, seulement un peu plus sèches que lors de la première observation.

» 19 *août*. — Observation à peu près semblable à la précédente; les Phylloxeras sont toujours abondants dans le voisinage même de la terre imprégnée. Les ceps ne souffrent toujours pas du remède.

» 29 *août*. — Comme dans les observations précédentes, pas d'insectes vivants dans la terre goudronnée, mais beaucoup si l'on descend plus bas, et même, à quelques centimètres de la zone pénétrée par le produit, la terre du pied des ceps sent encore le goudron, mais moins.

» 18 *septembre*. — Cette observation n'a pas différé des précédentes; les Phylloxeras vivants ont été trouvés très-nombreux dans la terre où la substance n'avait pas pénétré.

» Les souches n'ont pas poussé de nouvelles racines et les ceps ne sont pas plus vigoureux. Les vignes n'ont pas souffert, mais le coaltar Petit employé dans les conditions indiquées ci-dessus n'a eu d'effets sensibles sur le Phylloxera que là où il a pu pénétrer.

» D'autre part, des racines phylloxérées étant exposées dans des flacons à la vapeur de ce produit, il a fallu dix jours pour tuer les insectes que le sulfure de carbone et l'hydrogène sulfuré asphyxient en quelques minutes.

» Avant de conclure, ces expériences ont besoin, toutefois, d'être répétées à d'autres époques de l'année. Nous avons peut-être opéré trop tard, en ce qui concerne la formation de nouvelles radicelles. »

VITICULTURE. — *Expériences faites à Montpellier sur des vignes phylloxérées, avec le coaltar de M.* Petit. Lettre de M. **Alph. Rommier**, délégué de l'Académie, à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je viens de visiter les vignes traitées, à Javresac, près Cognac, avec le coaltar envoyé par M. Petit. L'opération qui a été faite par M. Mouillefert

précède de six jours celle qui a été exécutée par M. Balbiani à l'École d'Agriculture de Montpellier, avec le même goudron.

» Les expériences n'ont pas eu lieu dans des conditions tout à fait identiques. M. Mouillefert, guidé par des indications de M. Petit, a déchaussé la vigne de 15 à 20 centimètres de profondeur; il a divisé le goudron en deux parts : l'une a été versée directement, et l'autre, mélangée à son volume de terre, a été répandue à 20 centimètres de rayon autour du cep. M. Balbiani a étendu son goudron sur une plus grande surface; il en a couvert un rayon de 40 et même de 50 centimètres, sans l'avoir préalablement mélangé à la terre.

» Les doses de coaltar versé au pied de chaque cep ont été sensiblement les mêmes, mais les souches sont plus écartées dans l'expérience de Javresac. J'insiste sur tous ces détails, pour montrer que le goudron de M. Mouillefert devait exercer son action à une plus grande distance que celui de M. Balbiani, condition évidemment défavorable à la réussite de l'expérience de M. Mouillefert.

» Le sol de Javresac est, à sa surface, silico-argileux; le sable y domine, ce qui le rend très-perméable. A une profondeur de 40 centimètres, il devient argilo-calcaire. La terre de l'École d'Agriculture de Montpellier est beaucoup plus compacte que celle de Javresac; elle est aussi argilo-siliceuse, si mes souvenirs ne me trompent pas, mais l'argile y domine et la rend moins perméable.

» Les résultats de ces deux expériences sont contradictoires. Les ceps de M. Balbiani ont été délivrés du Phylloxera en moins d'un mois; M. Mouillefert a constaté la présence de cet insecte dans ses vignes, à chaque visite qu'il y a faite. Après six semaines de traitement, quand nous les avons visitées ensemble, le Phylloxera s'y trouvait en nombre plus considérable qu'il n'y avait jamais été.

» Quoiqu'un résultat négatif n'infirme pas un résultat positif, il faut cependant en tenir grand compte et chercher à l'expliquer.

» La réussite de M. Balbiani doit tenir d'abord à la plus grande surface que son coaltar a occupée dans le terrain; mais le fait suivant, que je trouve dans l'expérience de M. Mouillefert, m'a vivement frappé. Le coaltar qu'il a employé s'est desséché rapidement : il le constate dans son Rapport, dès sa quatrième visite, et actuellement, dans l'espace de moins de deux mois, ce goudron est réduit à l'état de brai, il tombe en poussière sous le doigt. Nous en avons retrouvé deux morceaux, de la grosseur d'une noix : ils sont remplis de cristaux de naphtaline et s'effritent très-facilement. On

peut le considérer comme arrivé déjà depuis quelque temps à un état inoffensif pour le Phylloxera, ce qui explique la présence de cet insecte dans son voisinage.

» Le goudron de M. Balbiani s'est, au contraire, conservé compacte et très-odorant. Nous avons constaté ce même fait au mas de la Bécharde et à Congénies, près Nîmes. Quoique, dans ces deux localités, il ait séjourné en terre un temps beaucoup plus long, il avait encore conservé, après un séjour de dix mois, une certaine quantité d'huile de houille, qui le rendait encore odorant et un peu mou au toucher.

» La dessiccation du goudron ne doit-elle pas être attribuée à la perméabilité de la terre, qui a facilité la diffusion des vapeurs de ses principes volatils et peut-être aussi leur destruction par oxydation? S'il en est ainsi, il faudra tenir compte, dans tous les essais, de la nature du terrain et augmenter la dose des agents suivant sa nature et sa perméabilité.

» Vous avez pressenti la diversité d'action des différentes terres, et vous l'avez exprimé dans votre Note du 24 août dernier, adressée aux propriétaires des vignes; vous leur dites que « la provenance des » agents chimiques, leur proportion, la nature du sol, celle des cépages, » l'exposition du vignoble, etc., sont autant de conditions spéciales à » chaque expérience de cette nature, capables de modifier les résultats ob- » tenus, et dont une observation directe peut seule apprendre à mesurer » les effets. »

» Il ne m'est pas permis, sur une seule expérience, de me prononcer sur des faits aussi graves; je me borne à vous les signaler, en essayant d'expliquer la contradiction qui existe entre l'expérience de M. Balbiani et celle de M. Mouillefert.

» J'ai vérifié les vignes traitées *cet été* avec les alcalis du goudron, les superphosphates seuls ou combinés à ces alcalis, les mélanges du sulfure de potassium et de calcium avec le sulfate d'ammoniaque : toutes sont actuellement phylloxérées, elles n'ont même pas prospéré, comme elles le font ordinairement quand elles subissent un traitement analogue au printemps, ainsi qu'on peut le constater au champ d'expériences de la Commission de Montpellier (1). »

---

(1) Il est très-important de tenir compte de l'influence des eaux pluviales, soit qu'il s'agisse de l'emploi du goudron, soit qu'il s'agisse de celui des composés sulfurés toxiques. Les eaux pluviales servent de véhicule aux substances délétères, les disséminent et leur permettent d'atteindre le Phylloxera jusque dans les profondeurs du sol. (*Note de* M. Dumas.)

VITICULTURE. — *Observations sur les points qui paraissent acquis à la science, au sujet des espèces connues du genre Phylloxera.* Lettre de M. **Signoret** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. Balbiani a répondu, le 14 septembre dernier, à la Communication faite par M. Lichtenstein le 7 septembre (1) : il a fait remarquer que, pour se ranger à l'opinion émise par M. Lichtenstein, il faudrait admettre que le *Phylloxera vitifoliæ* (véritable nom spécifique de l'espèce) se rend sur le chêne kermès pour y pondre et produire la génération sexuée, sans expliquer comment il pourrait retourner d'où il vient ; M. Balbiani a montré qu'il s'agit ici d'une nouvelle espèce.

» A ce propos, je demanderai seulement la permission de faire, de mon côté, une petite rectification synonymique, quant à cette espèce, qui n'est pas nouvelle. D'abord, comme le fait observer M. Balbiani, elle était confondue par Boyer de Fonscolombe parmi les *Phylloxera quercûs;* secondement, elle vient d'être décrite et figurée par M. Riley, en Amérique, comme espèce nommée par M. Lichtenstein lui-même; enfin, dès 1871, M. Lichtenstein me l'avait envoyée comme *Phylloxera quercûs*, vivant sur le chêne-liége. Voici la description qu'en donne M. Riley, ou plutôt l'historique, que je crois intéressant de faire connaître (2). Je traduis mot à mot :

« Il y a plusieurs espèces de Phylloxeras dans nos contrées, décrits ou non, habitant des galles faites sur les feuilles. L'espèce que nous figurons ici est la seule qui vive en Amérique à l'air libre; elle est brièvement en rapport avec celle des feuilles de la vigne, en ce sens qu'elle n'a pas besoin pour hiverner d'un œuf d'hiver, car elle est capable de passer les froids à l'état de larve, fermement attachée aux tendres écorces des plus jeunes rameaux, et là bravant toutes les vicissitudes et les inclémences de la saison. En été, on le trouve, à la surface inférieure des feuilles du chêne blanc (*Quercus alba*) ou du chêne ordinaire (*Quercus robur*), à l'état de femelles aptères de toutes grandeurs.

» Peu après qu'ils sont nés, ils insèrent leur bec dans le tissu de la feuille et deviennent plus ou moins stationnaires; ils ne causent aucune enflure sur la feuille, mais ils occasionnent une tache circulaire jaune, quelquefois plus large que le corps même de l'insecte, tache qui se voit très-bien en dessus de la feuille. Les œufs sont pondus autour de l'Aphidien, et la production parthénogénésique se produit pendant plusieurs générations, comme dans le *Phylloxera vitifoliæ*.

---

(1) Voir pages 598 et 640 de ce volume.

(2) *The american Oak-Phylloxera.— Phylloxera Rileyi*, Lichtenstein.— 6e *Annual report of the state entomologist*, p. 64, *fig.* 18 et 19, avec tous les détails possibles.

» A peu près vers la fin d'août, alors que les Aphidiens et les œufs sont souvent si nombreux que la feuille trahit leur présence, apparaissent les individus ailés.

» Cette espèce est facile à distinguer de toutes les autres espèces américaines les plus connues, par une forme plus étroite et par une taille moindre, mais particulièrement par de longs tubercules sur les plus grands individus aptères, larve ou pupe (et par de longues épines dans les plus jeunes larves, d'après la figure.)

» En dehors de cela, elle a la plus grande ressemblance avec le *Phylloxera vitifoliæ* (*vastatrix*, Planchon et auteurs français). Pour la couleur, pour la forme et l'apparence générale, elle se rapproche beaucoup du *Phylloxera quercûs*, qui vit en France sur le chêne ordinaire, mais en diffère surtout par son habitat hivernal, que nous avons déjà indiqué : il se fixe sur les jeunes pousses, où il séjourne jusqu'au printemps suivant, sans presque aucun changement, excepté dans la couleur qui fonce comme dans celui de la vigne.

» Lorsque les feuilles commencent à tomber, notre jeune Phylloxera prend une peau d'hiver et entre en léthargie; alors on peut le voir ramper pour se rendre sur les tiges, sans séjourner sur les feuilles.

» Lorsque le temps devient chaud et propice, il atteint en peu de jours un entier accroissement; il commence une production vierge et couvre les rameaux d'œufs, qui éclosent en une semaine à peu près. Ainsi l'Aphis hivernant acquiert sa croissance et donne naissance à la première génération, dans le court espace de temps nécessaire au développement des bourgeons et l'entier accroissement de la feuille; en dehors de ceci, je n'ai pas encore fait l'historique de l'existence printanière de cette espèce (Riley, Missouri). »

» Ainsi, nous n'avons guère à envier aux Américains, et il n'y a guère d'espèces signalées dans un pays qu'on ne puisse trouver dans l'autre; quant à savoir au juste d'où les unes ou les autres sont originaires, c'est là une question à la fois peu utile et impossible à résoudre : elle n'a rien à faire avec la mortalité des vignes. Dans tous les cas, je trouve heureux que M. Lichtenstein se soit trompé; cela épargnera le peu d'arbrisseaux que l'on voit encore dans le Midi, dont le déboisement dépasse toute expression. Cet état, joint à la mauvaise culture, suffit pour expliquer, mieux que le Phylloxera, la cause de la maladie actuelle, et je suis surpris que personne ne s'en soit préoccupé; il est vrai qu'il est plus simple d'attribuer tout au Phylloxera, et cependant chaque nouveau fait vient donner raison à l'opinion que j'émettais en 1870 (1), en disant que la maladie était due à la sécheresse, à la mauvaise qualité des terrains et à la mauvaise culture. Aujourd'hui, nous voyons en effet que, par les soins, par les insecticides humides qui agissent par l'eau, par la bonne fumure, les vignes les plus malades reviennent à la santé; en sorte que le meilleur remède est l'eau

(1) *Annales de la Société entomologique*, p. 572.

pour empêcher les Phylloxeras d'envahir les radicelles et les spongioles, et éviter par conséquent la pourriture, qui est la véritable maladie.

» Pour en revenir à la question du Phylloxera, nous voici donc en présence d'une nouvelle espèce, qui viendra se ranger dans le voisinage du Phylloxera du chêne.

Voici la synonymie de ce genre, ce qui évitera des recherches à ceux qui voudraient l'étudier.

GENRE PHYLLOXERA, Boyer de Fonscolombe (*Annales de la Société entomologique de France*, 3 vol.; 1834. — *Vacuna*, Heyden (*Musée Seukenb.*; 1837). — *Acanthokermès*, Kollar (*Sitzungsb. Akad. Wien*; 1848). — *Phylloxera*, Kaltenbach (*Aphidiens*; 1843). — *Pemphygus*, Asa Fitch (*Transactions Society agricol. New-York*; 1854). — *Peritymbia*, Westwood (1863). — *Dactylosphæra*, Schimer (*Annales Sciences Philadelphie*; 1867). — *Rhysappis*, Planchon (1868).

1. *Phylloxera* VITIFOLIÆ (*Pemphygus*), Asa Fitch (*Transact. Soc. agricole de New-York*; 1854. New-York, *Entom. report*, 1 vol., p. 158; 1854). — *Vitisana*, Westwood (*Peritymbia*), (*Ashmolean Society of Oxford*; 1868). Communication seule. — *Vastatrix*, Planchon (*Comptes rendus*, 14 sept.; 1868). — *Vastatrix*, Signoret (*Ann. Soc. entomol. de France*, p. 580, pl. 10; 1870). — *Vastatrix*, Riley (*Sixth annual report of the state entomologist*, p. 38; 1874). (Et quantité d'auteurs qu'il serait trop long d'indiquer, et qui n'ont parlé du Phylloxera qu'au point de vue de la maladie.)

2. *Phylloxera* QUERCUS, de Fonscolombe (*Ann. Soc. entom. de France*, 3e vol., p. 222, pl. 1, f. 4, 5, 6, 1834; et Xe vol., 196, 1; 1841). — *Coccinea*, Heyden (*vacuna*), (*Mus. Seukenb.*, II, cah. 3, p. 289; 1837). — *Coccinea*, Kaltenb. (*Aphidiens*, 205, 1, pl. 1, f. 30, 31, 32; 1843). — *Quercûs*, Kollar (*Acanthokermès*) *Sitzungsb. Akad. Wissenb.*, Wien, t. 1, p. 18, pl. 1, f. 1 à 7; 1848). — *Coccinea*, Passerini (*Aphidæ italicæ*, p. 207; 1863). — *Quercûs*, Signoret (*Ann. Soc. entom. de France*, 4e série, vol. VII, p. 301, pl. 7, *fig.* 1 à 5; 1867; et vol. X, p. 579, pl. 10, *fig. a, b*; 1869). — *Quercûs*, Balb. (*Comptes rendus*, *Génération sexuée*, p. 884; 1873; et *Rev. scientif.*, p. 1159, avec fig.; 1874). — *Coccinea*, Balb. (*Comptes rendus*, 14 sept.; 1874).

3. *Phylloxera* SCUTIFERA, Signoret (*Ann.*, pl. 7, f. 6, p. 303; 1867).

4. *Phylloxera* RILEYI, Lichtenstein, Mss Riley (6e *Annual report*, p. 64, f. 18-19; 1874). — *Lichtensteinii*, Balb. (*Comptes rendus*, 14 sept., p. 640; 1874).

5. *Phylloxera* CARYÆCAULIS, Asa Fitch (1er *Annual report entom. of New-York*, vol. 1, p. 77; 1856). — *Caryæfoliæ*, Riley (6e *Annual report*, p. 45; 1847).

» Jusqu'à plus ample examen, nous ne pensons pas devoir faire deux espèces du *Phylloxera quercûs*, le plus grand accroissement des tubercules dans l'espèce du Midi ne nous paraissant pas suffisant pour la création d'une espèce.

» Nous rétablissons aussi le nom spécifique de *Vitifoliæ*, nous fondant sur ce que l'identité des deux types gallicole (*Vitifoliæ*, Asa Fitch) ou *radicole* (*Vastatrix*, Planchon) a été établie par tous les auteurs qui se sont occupés de la question, sur ce fait que M. Riley a obtenu des galles avec le type radicole, et enfin sur ce que nous avons nous-même bien observé que le type gallicole s'établit, dans certaines circonstances, sur les racines. »

VITICULTURE. — *Observations, à propos de la Communication récente de M.* Balbiani, *sur les diverses espèces connues du genre Phylloxera; par* **M. J. Lichtenstein.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Montpellier, 25 septembre 1874.

» L'étonnement et l'incrédulité ont accueilli ma découverte des migrations du Phylloxera, et le savant délégué de l'Académie des Sciences, mû par un sentiment de bienveillante courtoisie, a cherché à adoucir mon regret d'avoir fait ce qu'il croit être une fausse découverte, en déclarant que j'avais trouvé une espèce nouvelle, qu'il me fait l'honneur d'appeler *Phylloxera Lichtensteinii.*

» Or je persiste dans mon opinion que, des trois espèces de *Phylloxera* que je connaissais, deux au moins émigrent et vont se transformer sur la garouille. Je crois que celle que M. Balbiani appelle *Phylloxera Lichtensteinii* est déjà connue et décrite par Kaltenbach sous le nom de *Phylloxera corticalis.* Je crois enfin avoir trouvé une quatrième espèce de Phylloxera, et naturellement je ne puis l'appeler que *Phylloxera Balbianii;* mais, comme je désire n'arriver devant l'Académie des Sciences que muni de preuves évidentes, contrôlées par le sévère examen d'un professeur, j'ai prié mon maître et collaborateur de distraire quelques instants des études ampélographiques auxquelles il se livre actuellement, et de vouloir bien reprendre avec moi la série d'observations qui m'ont amené à publier comme un fait certain l'émigration du Phylloxera pour aller se transformer sur les garouilles.

» Je suppose que le fait de l'essaimage ou de la migration des insectes ailés chez le genre *Phylloxera* est un fait acquis à la Science. Il n'a rien d'extraordinaire : leurs voisins, les pucerons des galles, de l'orme, du peuplier, du térébinthe, prennent leur vol vers cette époque-ci, comme l'ont observé de Géer, Réaumur, Derbès, et plus récemment M. Balbiani pour le *Phylloxera quercûs,* M. Faucon pour le *Phylloxera vastatrix.*

» Pour ces deux dernières espèces, j'ai fait cent fois l'essai de placer, soit des feuilles de chêne, soit des radicelles de vigne, sous une cloche de verre avec les insectes ailés du *P. quercûs* ou du *P. vastatrix;* invariablement ils quittaient le chêne et la vigne pour venir contre les parois du verre. Donc, ayant la certitude qu'ils émigraient, j'ai cherché où ils pouvaient se diriger, et j'ai retrouvé des insectes ailés, rouges et jaunes, sur les feuilles de kermès. Là il était évident que je n'avais plus affaire à des colonies en train de vivre et de se métamorphoser : les feuilles ne sont pas piquées, il n'y a ni jeune larve, ni nymphe; tous les insectes sont mûrs, et, sans qu'ils essayent même de piquer le végétal, je vois sortir de leur sein de petits groupes *qui ne sont pas des œufs*, car, peu de jours après, un mouvement intérieur s'opère, et, laissant derrière lui un petit sac cotonneux trois ou quatre fois plus long que lui-même, un insecte parfaitement adulte paraît et s'accouple sur-le-champ. Ajoutons que cet insecte ailé, trouvé sur la garouille, n'émigre plus, et, si nous le mettons sous la cloche en verre, il ne vient pas contre les parois; il meurt là, à côté de l'insecte qui le remplace, sur la feuille même de la garouille.

» En présence de ces faits, et en trouvant deux espèces différentes, je me hâtai de rendre publique une découverte qui devait attirer l'examen des savants et des viticulteurs.

» Mais je ne comptais que sur deux espèces de *Phylloxera*, et je ne me défiais pas de l'exactitude des ouvrages français, où l'on n'a jamais parlé que du *P. quercûs* rouge et du *P. vastatrix* jaune. J'eus l'idée de consulter le dernier ouvrage de Kaltenbach (*Pflanzenfeinde*, 1873) : là je trouvai qu'il y a encore le *Phylloxera corticalis;* mon insecte jaune de la garouille ressemblant beaucoup à la description de Kaltenbach, je multipliai mes recherches et j'eus bientôt la certitude, en trouvant un jeune chêne couvert des colonies du *Phylloxera corticalis*, que j'avais affaire à cet insecte, au moins en partie.

» J'engagerai donc tous les savants qui s'occupent de l'étude de cet insecte à examiner de plus près la vérité des faits que j'avance, quoique le temps passe vite et que les migrations cessent : il faudra peut-être (au moins chez nous) renvoyer cette recherche à l'an prochain, du 15 août au 15 septembre.

» Je continue à croire qu'à cette époque, et du soir au lendemain, les garouilles se couvrent de Phylloxeras venus de loin, qui y portent leurs pupes et meurent. Je crois retrouver dans ces insectes les deux Phylloxeras du chêne et celui de la vigne. A côté d'eux, mais très-rarement, et alors

sous les trois formes de larve, nymphe et insecte ailé, je trouve un Phylloxera nouveau, se distinguant à première vue par des tentacules cylindriques et rétractiles entre les antennes, et je l'appelle *Phylloxera Balbianii;* celui-là vit sur la garouille et en pique la feuille. Je n'en ai vu que cinq ou six exemplaires (1).

» Pour établir provisoirement les caractères distinctifs des diverses espèces de Phylloxeras qui me sont connues, je donne ici un tableau synoptique, qui pourra servir de base au travail plus complet que M. Planchon veut bien entreprendre avec moi :

Tableau synoptique du genre Phylloxera.

INSECTES AILÉS.

Androphores ou *Gynéphores* portant les pupes des insectes adultes et venant les déposer sur le *Quercus coccifera :*

1. Les deux chatons du troisième article des antennes ronds et égaux........................	*P. vastatrix* (Planchon, 1868).
Le chaton inférieur rond, le supérieur ovale.. 2.	
2. Deux tubercules cylindriques et rétractiles entre les antennes.............................	*P. Balbianii* (Lichtenstein, 1874).
Pas de tubercules rétractiles entre les antennes. 3.	
3. Insectes rouges......	*P. quercus* (Boyer de Fonscolombe, 1834).
Synonymes.............	*P. coccinea* (Heyden).
Insectes jaunes.............................	*P. corticalis* (Kaltenbach, 1873).
Synonymes présumés.....	*P. Rileyi* (Lichtenstein).
	P. Lichtensteinii (Balbiani, 1874).

INSECTES APTÈRES ADULTES.

Rouges à tubercules blancs en forme de fraise..........................	*P. quercûs.*
Rouges à tubercules cylindriques surmontés d'une sphère.............	*P. Balbianii.*
Jaunes à tubercules grisâtres peu marqués..............................	*P. vastatrix.*
Jaunes à tubercules épineux comme ceux des chenilles du genre *Vanessa* (épines branchues)................................	*P. corticalis.*

(1) Quelques jours avant que j'eusse observé, avec M. Planchon, la curieuse espèce en question, M. Faucon nous avait communiqué une nymphe découverte par M. Rion, d'Avignon, dans une excursion faite par une Commission de la Société d'Agriculture de Vaucluse; seulement, nous avons eu la chance de la trouver à la fois sous tous les états.

VITICULTURE. — *Essai d'infection d'une vigne saine par la mise en contact du Phylloxera avec ses racines.* Note de M. **Delorme.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le 13 juin 1872, MM. le marquis de l'Espine, président de la Société d'Agriculture de Vaucluse; H. Marès, secrétaire perpétuel de la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault; de Bec, vice-président du Comice agricole d'Aix; Cler, propriétaire viticulteur, délégué de la Société d'Agriculture du Gard, et de Courtois, propriétaire viticulteur à Arles, invités par M. Delorme, vétérinaire et propriétaire viticulteur de la même ville, se sont rendus avec lui dans la basse Camargue, au quartier de Faramar, en un lieu situé au centre d'une contrée à pâturages, à distance de tout vignoble, dans un jardin clos par une haute haie en roseaux morts, où se trouvent vingt-huit pieds de vigne, âgés de cinq ans, et destinés à l'essai projeté. Trois ans auparavant, en mars 1869, ils avaient été transportés là et y avaient été ainsi disposés : douze d'entre eux sont disséminés au pied de la haie et seize sont réunis *en groupe* dans la partie méridionale du jardin. Tous ces ceps ont bonne apparence et sont évidemment en santé. Quatre d'entre eux, faisant partie du *groupe* et désignés par l'assemblée, ayant été fouillés au pied, il est reconnu que leurs racines sont parfaitement saines et qu'il n'y existe aucun insecte. Il est arrêté que les pieds, au nombre de six, formant le côté sud-est du groupe, seront seuls infestés, et leurs voisins laissés en l'état pour servir de contre-épreuve.

» Les racines desdits pieds ayant été successivement mises à découvert et reconnues saines, M. Delorme, qui met seul la main à l'opération, *a placé en contact immédiat avec elles, sur chaque pied, six brins de racines, provenant par moitié de vignes de la Crau et de vignes de la Camargue, mais également couvertes de Phylloxeras, ainsi qu'il est constaté par chacun des assistants.* L'opération terminée, les terres sont remises en place avec soin et précaution.

» Le sol occupé par la vigne est formé d'une argile assez compacte, mélangée d'une infime proportion de sable fin.

» Dans les visites ultérieures faites par M. Delorme, tous les ceps ont conservé les apparences de la santé, et leurs fruits sont arrivés à parfaite maturité. La sécheresse ayant persisté pendant toute la belle saison de 1872, quelques pieds, deux infestés et le troisième non infecté, en avaient évidemment ressenti les effets vers le milieu de septembre.

» 3 *juillet* 1873. — Vérification des ceps infestés en juin de l'année dernière. MM. H. Marès, le baron de Serres de Monteil, vice-président de la Société d'Agriculture de Vaucluse; Clerc, propriétaire viticulteur, délégué de la Société d'Agriculture du Gard, sur l'invitation de M. Delorme, se sont rendus avec lui sur les lieux. A première vue, toutes les souches paraissent en bon état. Cependant trois ceps, qui, par suite de la sécheresse persistante de l'été, avaient, en septembre 1872, donné quelques signes de souffrance, bien qu'ils portent aujourd'hui de hauts sarments et des fruits sains, n'ont pas aussi bonne apparence que leurs voisins. Deux de ces ceps ont été contaminés. Ils sont les premiers fouillés au pied. Leurs racines, visitées avec soin, n'offrent aucune altération sensible, mais surtout aucun indice de la maladie régnante, et ce n'est qu'après des *recherches minutieuses et bien suivies* qu'on y découvre quelques Phylloxeras. Les autres ceps, au nombre de quatre, qui ont été également infestés, sont aussi fouillés au pied; leurs racines sont entièrement saines et le Phylloxera y est également fort rare. La présence de pareils résultats, l'état sain des racines et l'extrême rareté du Phylloxera sur des pieds où il a été déposé l'année dernière en nombre très-considérable, décident à porter plus loin les investigations, et, sur la proposition de M. Marès, trois des pieds infestés, les deux qui ont été visités en premier lieu et un vigoureux aramon, sont successivement arrachés. Les racines inférieures, visitées avec soin, sont trouvées exactement dans le même état que les racines supérieures, c'est-à-dire que sur chacune d'elles il y a absence de tout signe maladif et rareté extrême du Phylloxera.

» Des parties de racines détachées de ces ceps sont introduites dans des flacons pour y être conservées.

» Les racines de deux ceps sains, visitées avec soin, sont trouvées saines et sans insectes.

» Dans le cours des visites faites par M. Delorme, jusqu'au 5 août 1874, les ceps infestés ont toujours été dans le même état que leurs voisins; les uns et les autres ont exactement reçu les façons d'usage, mais sans irrigation ni fumure. Les fruits, sains et beaux en 1873, ont bien mûri en août et septembre. En juin et dans les premiers jours d'août de la présente année, sur tous les ceps, signes de santé parfaite; les fruits y sont nombreux, beaux et sains.

» 27 *août* 1874. — Nouvelle vérification des ceps infestés en juin 1872. MM. Cler, délégué de la Société d'Agriculture du Gard; Fabre, secrétaire

de la Société d'Agriculture de Vaucluse; Hey et Denys, membres de la même Société, sont descendus dans la basse Camargue, sur l'invitation de M. Delorme et en sa compagnie.

» Il a été d'abord constaté que tous les ceps, vus à l'extérieur, offrent les apparences d'une santé parfaite. Quant aux ceps infestés, au nombre de six, au début de l'expérimentation, et réduits à trois dans le cours de la visite du 3 juillet 1873, dont deux chasselas et un aramon, ils portent des sarments vigoureux et bien développés; leur feuillage est sain, et leurs fruits, également sains et beaux, sont mûrs sur les chasselas et très-avancés sur l'aramon. Les chasselas ayant été fouillés au pied, il est unanimement reconnu que leurs racines sont parfaitement saines; et, après examen très-détaillé, minutieux et attentif, il est certain et avéré pour tous que le Phylloxera y manque complétement. Le troisième cep, également infesté, un aramon magnifique, dont le feuillage d'un vert intense, les vigoureux sarments et fruits beaux, nombreux et très-développés, témoignent d'une santé luxuriante, est à son tour fouillé au pied. Ses racines ayant été visitées avec grand soin, chacun des assistants a pu y voir et y compter avec facilité quelques très-rares Phylloxeras; et, après vérification bien suivie, très-détaillée et minutieuse, il a été unanimement reconnu que l'insecte vivait là en hôte fort peu incommode, puisque aucun dommage apparent, aucun dégât visible n'ont été reconnus sur des organes où le Phylloxera, par ses ascendants ou par lui-même, est en subsistance depuis vingt-sept mois.

» Quelques ceps sains sont également vérifiés. Le premier, un muscat d'Espagne, faisant partie du groupe et établi à 3 mètres de distance des pieds infestés, offre sur ses organes extérieurs les apparences d'une santé parfaite. Ses racines, visitées avec soin, sont aussi trouvées en bon état; et, malgré une inspection très minutieuse, il n'y est découvert aucun insecte. Un deuxième cep, non infesté, un servant, qui offre sur ses organes extérieurs les signes d'une santé exubérante, est aussi fouillé au pied. Ses racines sont en très-bon état, et des recherches attentives et bien suivies y attestent l'absence de tout parasite.

» L'expérimentation n'ayant pas encore abouti et devant rester à l'étude jusqu'à conclusion nette, précise, bien et dûment constatée, l'auteur continuera à la suivre avec toute l'exactitude et l'attention que le sujet comporte; mais, après avoir jusqu'ici gardé et recommandé à ses collaborateurs le silence sur son épreuve, il croit le moment venu d'en parler au public, et, considérant que l'Académie des Sciences se préoccupe incessamment

de la maladie des vignes et accueille avec bienveillance tout travail sérieux se rapportant à cette grande question, il s'est décidé à appeler son attention sur les essais pratiques, en cours d'évolution depuis deux ans et plus, qui ont successivement révélé ces faits.

VITICULTURE. — *Sur les moyens proposés pour combattre la propagation du Phylloxera, et en particulier sur la méthode de l'arrachage.* Note de **M. P. Naudin.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La proposition de l'arrachage des vignes au début de la maladie, faite par la Commission de l'Académie, si radicale qu'elle paraisse, n'a rien assurément d'exagéré.

» L'arrachage, limité à une certaine zone, serait un moyen préservatif pour les contrées encore indemnes du fléau. L'opposition que l'on fait à ce projet pourra bien, à une époque peu éloignée, être une source de regrets; nous souhaitons nous tromper, mais quand on connaît la marche annuelle progressive de l'insecte ailé, en moyenne de 20 kilomètres chaque année, si la configuration géologique n'y met pas d'obstacles et que les vents favorisent les migrations, il y a tout lieu de craindre que la proposition soit écoutée trop tard par ceux qu'elle intéresse.

» Il suffit, cependant, de voir les pays dévastés pour se rendre compte de l'opportunité d'apporter une barrière à l'insecte envahisseur.

» A Pierrelatte (Drôme), on a dû arracher toute la vigne. Autrefois ce pays récoltait annuellement en moyenne 10000 hectolitres de vin. En 1872 et 1873, la récolte n'a pas été à 2500 chaque année. Voilà donc un déficit de 15000 hectolitres sur deux récoltes, soit 500000 à 600000 francs, dans une commune de 3500 habitants. Les exemples de ce genre pourraient être multiplés.

» Que serait-ce donc si le Beaujolais, le Mâconnais et la Bourgogne étaient envahis par le Phylloxera?

» L'arrachage limité ne rendrait pas le sol improductif; au contraire, en modifiant momentanément l'ordre de la culture par les labours, la fumure, l'ensemencement de céréales, de racines fourragères et industrielles ou de prairies artificielles, la terre n'en serait que plus apte à être plantée de nouveau en vigne, après trois ou quatre ans par exemple; tandis que, pendant cette période, si les cépages sont envahis, ils ne produiront rien et favoriseront la transmission du Phylloxera dans les lieux plus éloignés.

» Indépendamment de l'arrachage limité, il serait aussi rationnel de l'opérer partiellement dans les vignobles infestés; en d'autres termes, l'éloignement et l'isolement des ceps deviennent nécessaires, partout où ils sont peu espacés; les racines traçantes, les radicelles et le chevelu entrelacés forment un tapis souterrain au milieu duquel les Phylloxeras se multiplient aussi longtemps qu'ils trouvent à épuiser la séve, et jusqu'à étiolement complet de la tige. On ne peut guère faire cette remarque la première année; mais, après la deuxième, le mal est déjà tellement grave qu'il n'y a que très-peu d'espoir de sauver la vigne malade.

» Le remplacement des vieilles souches est encore une mesure à observer. Le provignage se présente donc, pour une double raison, comme un procédé qui doit être largement appliqué.

» Tout en procédant de la sorte pour enrayer la marche du parasite, il est important d'alimenter les vignes saines et celles qui peuvent en être atteintes. Il faut leur donner des engrais riches en matières azotées et en potasse, fournir, en outre, une bonne aération aux racines.

» Dans une vigne atteinte depuis deux ans, nous avons arraché des ceps, de manière à isoler les autres de $1^{m},20$ environ; l'opération a été faite sur les plus vieux ceps; sur un espace occupé par cinq cents souches, deux cents ont été arrachées, en laissant, autant que possible, les autres en ligne; la terre a été travaillée comme d'habitude, et l'on a fait une fumure avec du fumier de cheval, auquel on avait mélangé un peu de chaux vive, des cendres de lessive et du goudron végétal. A l'heure actuelle, les souches sont très-vivaces; les feuilles larges et vertes accusent une belle végétation, et les raisins sont d'une venue qui ne laisse rien à désirer. »

VITICULTURE. — *Expériences sur un mode de traitement des vignes phylloxérées, par le suc d'une Euphorbe.* Note de M. L. **Balme**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En 1872, j'ai constaté pour la première fois les atteintes du Phylloxera, dans une propriété appartenant à l'hospice d'Alais, située au quartier de Bruége, à 2 kilomètres de la ville; depuis lors, le fléau n'a fait que s'accroître, et il a attaqué toutes nos plantations....

» ....Cette année, nous avons remarqué que, au nord de la propriété de l'hospice, notre belle plantation de quinze mille pieds de vignes jeunes, de dix ans en moyenne, était atteinte en trois points différents.

» Mon père, frappé des propriétés corrosives de l'Euphorbe (*Euphorbia*

sylvatica) vulgairement appelée *ginousclo* dans notre patois, eut l'idée d'appliquer aux ceps reconnus malades le traitement suivant :

» Il déchaussa la vigne à une profondeur de $0^{m},30$, prit plusieurs tiges d'Euphorbe qu'il coupa en morceaux (environ 3 hectogrammes), les mit autour du pied de vigne et les recouvrit avec de la terre, en ayant soin de tenir celle-ci un peu en contre-bas de la surface du sol, afin de faire un réservoir d'eau autour de la vigne, en cas de pluie.

» Dix jours après, ces vignes desséchées avaient repris vigueur. Mon père me fit alors part de son procédé; le lendemain, nous fîmes la même opération sur une quinzaine de ceps malades, placés sur un autre point de la plantation. C'était dans les premiers jours de juillet : après quinze jours, la végétation n'avait ni diminué ni augmenté. Je doutais déjà de l'efficacité du remède, lorsque, huit jours plus tard, je trouvai mes ceps en pleine vigueur. C'est que, lorsque mon père avait opéré, il avait plu trois jours après : au contraire, notre seconde expérience n'avait été suivie de pluie qu'au bout de dix-huit jours. »

VITICULTURE. — *Note sur l'apparition du Phylloxera dans le canton de Genève et sur divers moyens curatifs proposés;* par M. É. Ador.

(Renvoi à la Commission.)

« La présence du Phylloxera vient d'être constatée dans une vigne située à Prégny. Il est probable qu'elle était déjà atteinte l'année dernière, ou même depuis deux ans; mais, malgré son état de souffrance, on n'avait pas soupçonné l'existence du Phylloxera sur ses racines, et on ne l'y avait pas cherché.

» M. le Professeur Ador signale à cette occasion, entre autres moyens qu'il considère comme dignes d'être essayés contre le Phylloxera, les écorces tannantes, avant ou après leur emploi dans la tannerie. »

M. L. Jourdan propose l'injection de diverses substances toxiques dans l'intérieur du cep. Il a fait quelques expériences qui ont déjà donné des résultats, notamment avec l'essence de térébenthine : les souches, examinées douze jours après l'injection, ne présentaient plus de Phylloxeras.

M. P. Lagrange propose l'emploi du polysulfure de baryum.

M. V. Andreas indique un grand nombre de plantes vénéneuses indigènes, dont l'infusion pourrait être utilisée contre le Phylloxera.

M. C. **Dumortier** propose d'arroser la vigne avec un liquide composé de 1 kilogramme de sulfate de cuivre, 5 kilogrammes de sel marin, 200 grammes d'acide phénique, dissous dans 10 hectolitres d'eau.

M. **Bonneau** adresse une Note concernant un mode d'utilisation de la gelée pour le traitement des vignes phylloxérées. (Extrait du *Courrier des deux Charentes*.)

MM. **J. Roussel**, **Rastonin**, **A. Felton**, **H. Lacason**, **G. Barret**, **Rauzières**, **A. de Belenet**, **M. de Lacroix**, **G. Peyras**, **Prevot-Petier**, **Kleindienst**, **P.-L. Morin**, **P. Ricci**, **J. Porée**, **A.-N. Lainé**, **L. Lebœuf**, **P. Simonnet**, **H. Boëns**, **Le Parc**, **Jeannin**, **L. Nadeau**, **Chaperon** et Mme **A. de Montrésor** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

Toutes ces pièces sont renvoyées à l'examen de la Commission.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de M. l'abbé *Ch. Lamey*, intitulées « Du passage des astéroïdes météoriques sur le disque de la Lune », et « De la nature et de la formation des bandes rayonnantes de la Lune ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. le **Directeur général des Douanes** adresse un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1872, qui forme la suite et le complément du Tableau du commerce de la France pendant la même année.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie quelques détails complémentaires au sujet de la récente éruption de l'Etna, détails qui sont contenus dans la Lettre suivante de M. le consul de France à Messine.

« Messine, le 6 septembre 1874.

» L'agence Havas a fourni aux organes de la presse l'information suivante, qu'a également reproduite le *Journal officiel* dans son numéro du 2 de ce mois :

« Catane, 30 août. — Depuis hier soir, l'Etna est en éruption; la lave sort par trois » bouches, mais très-loin des habitations. »

» Cette dépêche présentait la vraie situation du moment. Depuis lors, des nouvelles plus circonstanciées sont successivement parvenues ici. Le cratère central et culminant de l'Etna a continué de ne donner d'autre signe d'activité que l'émission de fumée accoutumée; ce n'est que par des bouches latérales, nouvellement ouvertes, que l'éruption s'est produite, dans la partie septentrionale du volcan, entre son sommet et les villes de Randazzo et Cas-

tiglione. Cette éruption a été d'ailleurs très-faible, et n'a duré que deux jours. Elle s'est manifestée par de la fumée, accompagnée de jets de pierres et de quelques écoulements de lave, laquelle est restée dans les hauteurs inhabitées et incultes.

» On annonce que les nouvelles bouches ouvertes sont au nombre d'une douzaine. Les éruptions antérieures s'étaient également traduites par l'ouverture de nouvelles bouches, mais dans d'autres directions. La particularité remarquable de celle qui vient d'avoir lieu consiste dans de violentes secousses, de sourds grondements et d'incessantes trépidations, ressenties sur tout le territoire qui forme les contours de l'Etna, principalement dans la direction de Randazzo et de Castiglione. Ils se sont prolongés, mais d'une façon presque imperceptible, comme je l'ai dit, jusqu'à Messine. Dans tous les villages situés sur les versants inférieurs du volcan, jusqu'aux deux villes précitées, les populations étaient en proie aux plus vives anxiétés; elles avaient abandonné les maisons et s'étaient établies, de nuit comme de jour, au dehors, sur le bord des chemins et dans les champs.

» Comme il peut être intéressant pour les études géologiques de connaître exactement les manifestations de la dernière éruption, voici la marche qu'elle a suivie :

» Le dimanche 30 août, dans la soirée, les secousses commencent et l'ouverture de nouvelles bouches d'éruption se produit. Le 31 août, le 1er et le 2 septembre, les secousses, les grondements souterrains et les trépidations augmentent de fréquence et d'intensité; c'est dans la nuit du 30 au 31, et dans celle du 31 au 1er, que de légères oscillations de la terre se font sentir à Messine. Le 3, les secousses sont fréquentes, mais plus légères. Pourtant, dans la même soirée de ce jour, il se produit un violent ébranlement. Depuis lors, les mouvements ont été graduellement en s'atténuant, et enfin ils ont cessé.

» Quant à l'éruption des bouches nouvellement ouvertes, elle n'a eu lieu que le 30 et le 31; déjà le 1er septembre au matin, il n'y avait même presque plus trace de fumée. »

M. Dumas annonce à l'Académie que les nouvelles déjà parvenues des quatre premières expéditions pour l'observation du passage de Vénus sont satisfaisantes de tous points.

Quant à la dernière expédition, dirigée par M. Janssen, les inquiétudes qu'on avait pu concevoir d'abord, à la nouvelle du typhon qui a sévi à Hong-Kong, le jour même où le navire qui porte cette expédition devait y arriver, viennent d'être dissipées. M. le Secrétaire perpétuel adresse, au nom de l'Académie, des remercîments à la direction des lignes télégraphiques, qui a bien voulu réclamer de la station de Singapore une répétition d'une dépêche adressée de Hong-Kong par M. Janssen, laquelle, par une erreur de ponctuation, semblait d'abord indiquer un désastre éprouvé par l'expédition elle-même. Vérification faite, elle est conçue en ces termes rassurants :

« Kong-Kong, 2 octobre, 7h 10m du matin.

» Éprouvé grand typhon rade Hong-Kong, désastres, personnel et matériel saufs, repartons. » Janssen. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la prétendue mer saharienne;* par M. **A. Pomel.** Note présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« J'ai publié, en 1872, mon ouvrage *le Sahara*, dans le but de substituer des faits positifs et scientifiques aux préjugés, aux hypothèses et aux erreurs qui avaient cours sur la constitution physique ancienne et actuelle de cette région mystérieuse; je démontrais, entre autres choses, qu'il n'y avait point eu de mer saharienne.

» J'évaluais l'étendue de la zone déprimée des chotts tout au plus à celle du lac Tchad, et, prévoyant le projet d'une communication à ouvrir avec le golfe de la Syrte, je faisais remarquer combien l'action d'une aussi petite surface mouillée serait impuissante à modifier la constitution climatérique actuelle de l'immensité du Sahara. Il me suffisait, pour cela, de rappeler que des masses d'eau bien autrement importantes, celles de la mer Rouge, de la Méditerranée et même de l'océan Atlantique, n'empêchent point le désert de s'étendre jusqu'à leur rivage sur de grandes étendues; que, au milieu même de ce dernier, l'archipel du cap Vert a une vraie constitution saharienne.

» Je démontrais que la région des chotts n'a pu être un golfe de la mer, puisque les sédiments qui s'y sont déposés ne contiennent que des organismes d'eau douce ou saumâtre; que ces sédiments se sont déposés pendant les temps quaternaires et préhistoriques, à la fin desquels s'est instauré le régime physique actuel de cette région et de tout le Sahara, qui remonte ainsi jusqu'aux temps les plus reculés de la mythologie des peuples méditerranéens.

» M. Roudaire considère toujours l'existence de la mer saharienne et le prolongement de la petite syrte dans la région des chotts comme des vérités démontrées, justifiant la possibilité de restauration d'un ordre de choses tout récent, destiné à modifier profondément le climat de l'Algérie. Je ne saurais lui reprocher de ne pas connaître mon livre, qui s'adressait surtout aux naturalistes et aux géologues; mais ses assertions sont en opposition trop flagrante avec le résultat de mes études pour que je puisse me dispenser d'y répondre. Je me bornerai à examiner la valeur des documents sur lesquels on a pu appuyer une opinion contraire à mes conclusions.

» La petite syrte, sous le nom de *lac* (λίμνη, que l'on pourrait plus convenablement traduire par *golfe*) *Tritonis*, était un des pays classiques de la mythologie des Grecs. Elle prêtait d'autant plus au mystère qu'elle était

un objet d'effroi pour les navigateurs, en raison du dédale des bancs de sable de la côte, compliqué d'une assez forte marée. On n'y allait que poussé par la tempête, comme Jason que le grave Hérodote fait chasser du cap Malca et n'en fait tirer que par l'intercession du dieu Triton. Le mystère qui voilait cette contrée se compliqua plus tard de sa possession par les Carthaginois, qui tenaient secret tout ce qui concernait leur pays. C'est dans ces conditions qu'Hérodote essaye la description des peuplades de la côte lybique; il ignore même le nom de petite syrte et dit :

« Les habitations des Machlyes s'étendent des terres des Lotophages jusqu'à la grande rivière de Triton qui se jette dans le grand (lac ou) golfe de Triton, où il y a une île appelée Phla. Les terres des Auzis confinent avec celles des Machlyes. Eux et ces derniers demeurent autour du golfe de Triton; et à l'intérieur du continent, c'est le fleuve Triton qui forme la limite de ces deux peuplades. »

» Il n'y a rien dans ce texte qui puisse indiquer une configuration autre que celle que nous connaissons maintenant. Il n'est pas hors de propos de rappeler ici que les Cyrénéens avaient aussi dans leur grande syrte un lac Triton, avec une île sur laquelle il y avait un temple, et la table de Peutinger inscrit le *lacus Tritonum* sur le golfe même.

» Scylax est un navigateur qui décrit la côte avec soin; il s'arrête peu, néanmoins, aux détails du fond du golfe tant redouté et probablement mal connu; il est le premier auteur qui emploie l'expression de petite syrte pour le lac Triton. »

« Dans cette syrte est l'île nommée Triton et le fleuve Triton, avec un temple d'Athéné tritogène. L'ouverture de ce (lac ou) golfe est petite et il s'y trouve une île. A la marée basse, le golfe n'est quelquefois plus navigable, étant comme cousu (sans doute obstrué par des récifs et bancs de sable mis à nu). »

» Pour Scylax, comme pour Strabon et pour Ptolémée, l'entrée de la petite syrte est entre l'île Kerkena et le continent, et une simple inspection de nos cartes nautiques démontrera qu'elle est encore aussi encombrée que jadis.

» Scylax est le dernier qui confonde le lac Triton et le golfe de la Syrte; après lui, on a fait la découverte de l'existence d'un lac qui ne communique pas avec la mer; c'était un inconnu plus lointain, le mythe y a été reculé, et dès lors il y a eu un golfe de la petite Syrte et un lac Triton, plus loin encore et un peu plus tard, un autre lac Pallas, et enfin le lac Chélonides. L'obscurité des fictions se dissipait à mesure que les connaissances devenaient plus positives, sans cependant encore avoir disparu

au temps des Pline et des Ptolémées, qui ne se privent nullement de les introduire dans leur description de cet immense bassin de leur Gheir ou Nigris, dont le bas-fond des chotts est le récipient évaporatoire.

» En insistant sur l'autorité que donne à mon interprétation du sens de λίμνη l'exemple de Scylax et des Cyrénéens, je n'ai point la prétention d'attacher une importance réelle à la discussion de textes obscurs par eux-mêmes, rédigés souvent d'après des renseignements incompris ou faussés par les croyances du temps. Pour ma thèse, il me suffit d'avoir établi que cette interprétation est au moins aussi plausible que celle des contradicteurs ; l'essentiel est qu'elle soit en harmonie avec les faits positifs élucidés par la science moderne. Pour cela, je ne puis que renvoyer à mon livre. On y verra cependant que je ne me flatte point d'avoir résolu toutes les questions importantes qui se rattachent à la Géographie ancienne et préhistorique du fond du golfe de Gabès, que je n'ai point visité. J'énumère quelques-uns des problèmes dont la solution ne peut que se trouver dans ce coin de terre ; j'espère aller les résoudre un jour ; mais, en attendant, j'ai cru devoir les signaler aux explorateurs qui pourraient m'y devancer.

» Je dois, en terminant, insister surtout sur mes conclusions relatives au projet de percement de la barre de Gabès, qui, bien certainement, n'est point un simple cordon de dunes. Je vois dans cette opération des dépenses bien plus considérables qu'on ne pense, et pour un résultat nul. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur l'ancienne mer intérieure du Sahara tuniso-algérien*; par M. **Virlet d'Aoust**.

« Les traditions, dont on doit tenir grand compte, constatent l'existence ancienne de cette mer : la présence de poissons fossiles d'eau douce et de dépôts d'alluvions fluviales ne me paraissent pas plus contredire cette opinion que les calcaires d'eau douce du sol parisien ne contredisent la formation de ses divers dépôts marins ; mais il n'en est pas de même des constatations d'altitudes notables faites par M. l'ingénieur des Mines Fuchs, au débouché du golfe de Gabès, lesquelles ne peuvent évidemment s'expliquer que par un soulèvement récent du sol.

» Ce fait ne pourrait-il pas se rattacher au système de soulèvement du Ténare, de l'Etna et du Vésuve ? La ligne du système volcanique de l'île de Sardaigne, qui lui est parallèle, prolongée par le sud, irait précisément correspondre aux collines qui interrompent aujourd'hui la communication de la baie de Triton avec la Méditerranée.

» Si l'idée de rattacher le soulèvement de ces collines tritoniennes au système du Ténare était fondée, il en résulterait que l'époque de soulèvement de ce système, que M. Élie de Beaumont a reconnue être très-moderne, serait ainsi fixée à une époque postérieure à l'expédition des Argonautes. L'histoire servirait donc ici à fixer la date de cet événement géologique. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des courbes dans l'espace à n dimensions.* Note de M. C. **Jordan**, présentée par M. O. Bonnet.

« Si l'on désigne par $x_1,\ldots, x_n$ les coordonnées d'un point dans l'espace à n dimensions, une courbe pourra être définie par les équations

$$x_1 = f_1(s),\ldots,\quad x_n = f_n(s),$$

s étant une variable indépendante que nous supposerons, pour plus de simplicité, être l'arc même de la courbe.

» Soient $x_1\ldots x_n$ un point fixe de la courbe; $X_1\ldots X_n$ un second point variable, infiniment voisin du précédent. Ses coordonnées satisferont, aux infiniment petits près de l'ordre $n-k+1$, à un système de k équations linéaires. L'ensemble de ces équations représentera un *k-plan, osculateur* à la courbe proposée.

» Le $n-1$ plan osculateur sera une *droite, tangente* à la courbe; le n plan osculateur se réduira au point $x_1\ldots x_n$.

» Deux k plans osculateurs consécutifs ont pour intersection le $k+1$ plan osculateur.

» On peut rapporter les points de l'espace à un nouveau système de plans coordonnés rectangulaires, analogue à celui que M. Serret a considéré pour l'espace ordinaire, et ainsi défini : 1° le plan osculateur au point $x_1\ldots x_n$; 2° un plan perpendiculaire au précédent, et contenant le biplan osculateur; 3° un plan perpendiculaire à ce biplan, et contenant le triplan osculateur, etc.; enfin un plan perpendiculaire à la tangente. Les nouvelles coordonnées $\xi_1,\ldots, \xi_n$ seront liées aux anciennes $X_1,\ldots, X_n$ par des relations orthogonales

$$X_\rho = a_{\rho 1}\xi_1 + \ldots + a_{\rho n}\xi_n + x_\rho.$$

» Considérons maintenant le point de la courbe, infiniment voisin du précédent, obtenu en changeant s en $s+ds$. Faisons passer par ce point un nouveau système de plans coordonnés rectangulaires, analogue au précédent; soient $\xi_1 + d\xi_1,\ldots, \xi_n + d\xi_n$ les coordonnées relatives à ces nou-

veaux axes, on aura les relations

$$\frac{d\xi_1}{ds} = c_1\,\xi_2,\ldots,\quad \frac{d\xi_\rho}{ds} = -c_{\rho-1}\,\xi_{\rho-1} + c_\rho\,\xi_{\rho+1},\ldots,\quad \frac{d\xi_n}{ds} = -c_{n-1}\,\xi_{n-1} + 1,$$

où les coefficients $c_1,\ldots, c_{n-1}$ seront par définition les *courbures* de la courbe proposée au point $x_1\ldots x_n$.

» On en déduit immédiatement les formules

$$\frac{d.a_{\rho 1}}{ds} = c_1\,a_{\rho 2},\ldots,\quad \frac{d.a_{\rho\sigma}}{ds} = -c_{\rho-1}\,a_{\rho,\sigma-1} + c_\rho\,a_{\rho,\sigma+1},\ldots,\quad \frac{d.x_\rho}{ds} = a_{\rho n},$$

qui permettront d'exprimer les dérivées successives des coordonnées x_ρ en fonction des coefficients a, des courbures et de leurs dérivées.

» L'angle φ_k de deux k plans osculateurs consécutifs est donné par la formule très-simple

$$\varphi_k = ds.c_k.$$

» La plus courte distance D d'un $n-k$ plan osculateur au $n-l$ plan osculateur en un point infiniment voisin est donnée par la formule

$$D = \frac{\delta_{k+1}}{\delta_k}\,ds^{k+l+1}\,c_{n-k-l}\,c_{n-k-l+1}\ldots c_{n-1},$$

où δ_k représente le déterminant numérique

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{k!} & \frac{1}{k-1!} & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \frac{1}{k+l!} & \frac{1}{k+l-1!} & \ldots \end{vmatrix}.$$

» C'est la généralisation du théorème de M. Bonnet, sur la distance de deux tangentes consécutives, ou d'un point au plan osculateur voisin.

» Les courbures $c_1,\ldots, c_{n-1}$ sont données par la formule

$$c_k^2 = \frac{M_{n-k+1}}{M_{n-k}},$$

M_k désignant le minimum de l'expression

$$\sum_\rho (\lambda_1 x'_\rho + \ldots + \lambda_{k-1} x_\rho^{k-1} + x_\rho^k)^2,$$

où $\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-1}$ sont des indéterminées.

» On est donc conduit à la question suivante : Trouver le minimum de la somme des carrés de n fonctions linéaires de k variables.

» Ce minimum a pour formule

$$M_k = \frac{S_k}{S_{k-1}},$$

en représentant par S_k la somme des carrés des déterminants de la forme

$$\begin{vmatrix} x'_\alpha & x''_\alpha & \ldots & x^k_\alpha \\ x'_\beta & x''_\beta & \ldots & x^k_\beta \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{vmatrix}$$

(α, β,... prenant successivement tous les systèmes de valeurs dont ils sont susceptibles). »

ÉLASTICITÉ. — *Electro-diapason à période variable.* Note de M. E. MERCADIER.

« Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus*, les 12 et 19 mai 1873, j'ai indiqué un nouveau moyen très-simple d'entretenir électriquement le mouvement d'un diapason. Le dispositif adopté alors est rendu plus commode en plaçant l'électro-aimant entre les branches du diapason, et la plaque et le style interrupteurs sur l'un des côtés. On obtient ainsi cet avantage, qu'un seul électro-aimant, un seul interrupteur, une seule pile, un seul support, peut servir pour des diapasons très-différents, pourvu que la distance intérieure de leurs branches soit à peu près la même.

» L'application de cet entretien électrique n'offre aucune difficulté pour les diapasons ordinairement usités dans la chronographie et dont le nombre de périodes par seconde varie environ de 64 à 256 (de l'ut_1 à l'ut_3).

» Des recherches d'une nature particulière m'ont conduit à employer comme chronographes des diapasons d'un nombre de périodes beaucoup plus petit ou beaucoup plus grand.

» I. Pour construire des électro-diapasons d'un nombre de périodes supérieur à 250, limite supérieure qu'on n'a pas dépassée usuellement jusqu'ici, à ma connaissance, je n'ai rencontré, contre mon attente, aucune difficulté. Il n'y a rien à changer à la disposition ordinaire. Par exemple, un électro-aimant formé d'une cinquantaine de tours de fil bien isolé, de 1 millimètre de diamètre, et un élément de pile au bichromate de potasse (grand modèle) suffisent pour activer des électro-diapasons qui ont jusqu'à 1024 périodes par seconde (ut_5).

» L'application de ces instruments à la chronographie se fait très-aisément. Si l'on ne veut évaluer que les millièmes de seconde, on peut prendre comme style enregistreur, soit une plume d'oie dont on a raclé

l'extrémité jusqu'à ce qu'elle soit transparente et très-flexible, soit une plume faite avec une paille. Si l'on veut pousser plus loin l'approximation et subdiviser micrométriquement l'intervalle qui marque les périodes et les millièmes de seconde, il convient de tracer la ligne médiane de la sinusoïde qui constitue le tracé du diapason sur un cylindre tournant recouvert de papier enfumé. Mais, pour cela, il faut que l'amplitude de la courbe soit suffisante. On y arrive en prenant comme style un fil d'acier fin et en utilisant les lois du mouvement de pareils styles, que j'ai indiquées précédemment (voir *Comptes rendus*, 15 et 22 septembre, 1er et 8 décembre 1873). J'ai pu obtenir ainsi des graphiques où l'amplitude des sinusoïdes dépasse 3 millimètres et où l'espace qui représente un millième de seconde est d'environ 2 millimètres; j'espère pouvoir prochainement doubler encore cet espace et apprécier ainsi exactement des fractions de seconde d'environ 0,00001.

» D'ailleurs, la certitude des indications de ces instruments sera jugée par l'examen des nombres suivants, qui représentent les nombres de périodes de l'un d'eux obtenus dans des déterminations différentes :

900,44, 902,10, 902,75, 900,50, 900,12, 901,92, 900,13, 898,77,
899,75, 900, 898,78.

» La moyenne de ces nombres est 900,48, et leur erreur relative moyenne est de 0,001. L'instrument donne donc des neuf-centièmes de seconde, à 1 millième près de leur valeur.

» Des essais non encore terminés me permettent d'affirmer la possibilité de la construction d'électro-diapasons de deux à trois mille périodes; mais je crois qu'on pourra aller encore plus loin avec les mêmes moyens.

» Les instruments de cette nature vibrent d'ailleurs en conservant un régime permanent aussi longtemps qu'on peut le désirer, à la condition de déplacer légèrement, de temps en temps, la plaque interruptrice sous le style correspondant, parce que les étincelles d'induction qui résultent d'interruptions aussi brèves (mille par seconde) finissent par creuser la plaque de platine, ce qui peut gêner les mouvements du style; mais cette opération n'a pas d'inconvénients, car elle peut se faire aisément sans arrêter les vibrations du diapason.

» II. Lorsqu'on veut, au contraire, employer des diapasons d'un nombre de périodes inférieur à 64 (ut_1), on est conduit à construire des instruments très-longs avec une épaisseur moyenne, ou très-minces avec une longueur moyenne. Les premiers sont gênants : on peut

craindre, dans les autres, la production d'harmoniques et de battements. Heureusement l'entretien électrique empêche l'un et l'autre de ces inconvénients, et l'on peut ainsi arriver, sans danger, à employer des électro-diapasons de 30 centimètres de longueur et de $3^{mm},5$ d'épaisseur, qui donnent environ trente-deux périodes par seconde (ut_{0}), dont la marche est parfaitement régulière et qui fournissent des graphiques où les sinusoïdes ne présentent pas trace d'harmoniques ni de battements.

» Si l'on veut descendre au-dessous de cette limite, il est à craindre que l'amincissement exagéré des branches n'augmente pas trop leur fragilité; mais on peut arriver au même résultat sans toucher au diapason, par deux moyens bien connus, dont j'ai étudié en détail la valeur et l'emploi. Le premier moyen consiste à charger en deux points invariables les branches de l'instrument avec des masses additionnelles de poids croissants; le second, à leur adapter des curseurs, chargés de poids constants, qu'on fait glisser le long des branches à des distances variables des extrémités. On obtient ainsi, dans les deux cas, des instruments qu'on peut appeler des *électro-diapasons à période variable*.

» L'emploi du premier moyen, appliqué près des extrémités des branches, produit une décroissance de la période du diapason d'abord très-rapide, puis beaucoup plus lente; de sorte que, si l'on construit la courbe dont les abscisses sont les charges de l'instrument et les ordonnées son nombre de périodes par seconde, cette courbe s'abaisse d'abord assez vite vers l'axe des x, puis tend lentement à se rapprocher de cet axe, affectant ainsi une forme hyperbolique, qui montre clairement qu'au delà d'une certaine limite, pour un diapason donné, on n'a plus aucun avantage notable à augmenter la charge. Ainsi un diapason de 78 périodes est immédiatement réduit à la moitié par une charge d'environ 170 grammes seulement sur ses extrémités; mais si l'on veut réduire au tiers la valeur de sa période, il faut aller jusqu'à des charges de 700 à 800 grammes.

» L'emploi du second moyen est, sous ce rapport et sous tous les autres du reste, plus avantageux; aussi l'emploie-t-on depuis longtemps, mais dans des limites trop restreintes, qu'on peut beaucoup reculer sans aucun inconvénient. On est allé, par l'emploi de curseurs, jusqu'à abaisser de moitié le nombre des périodes d'un diapason, mais exceptionnellement, et je ne crois pas qu'on ait dépassé cette limite. Cela tient sans doute à la difficulté qu'on a de faire vibrer, avec l'archet ou par le choc, des diapasons chargés de curseurs qui ne sont pas identiques de poids et de position (conditions difficiles à remplir); mais avec l'entretien électrique, cette difficulté

n'existe pas : il suffit que les conditions précédentes soient à peu près remplies pour que les vibrations se produisent et se maintiennent très-régulières.

» Les courbes que l'on construit alors, en prenant pour abscisses les distances des curseurs aux extrémités, et pour ordonnées les nombres de périodes du diapason, s'obtiennent par points aussi nombreux qu'on le veut et très-facilement, en enregistrant, pour chaque position des curseurs, les vibrations du diapason concurremment avec celles d'une horloge à secondes. Ces courbes tournent d'abord leur convexité vers l'axe des x, puis changent de courbure en présentant un point d'inflexion; elles s'élèvent ensuite très-lentement, en tendant vers une limite, qui est précisément le nombre des périodes de l'instrument sans curseurs, et qu'on atteint très-sensiblement quand les curseurs sont encore à quelques centimètres du talon du diapason.

» Quelques nombres suffiront pour donner une idée des variations de période qu'on peut obtenir ainsi. Un diapason de 78 périodes est ramené à 30 à l'aide de curseurs de 300 grammes, glissant sur une longueur de 22 centimètres. Le diapason cité plus haut, de 32 périodes, est ramené au tiers de ce nombre par des curseurs d'environ 600 grammes glissant sur une longueur de 26 centimètres, fournissant ainsi un excellent chronographe au dixième de seconde; enfin un diapason de 182 périodes est ramené par les mêmes curseurs au quart de ce nombre, c'est-à-dire abaissé de deux octaves, par une course de 10 centimètres.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai divers usages de ces électro-diapasons à période variable. »

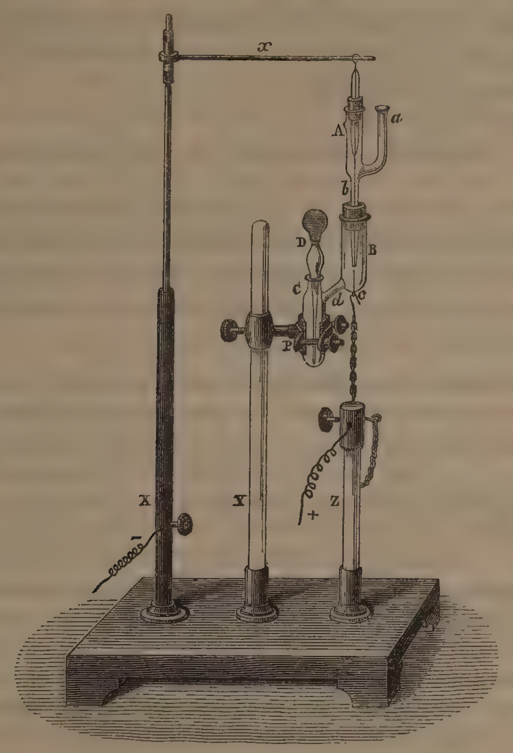
PHYSIQUE. — *Tube spectro-électrique ou fulgurator destiné à l'observation des spectres des solutions métalliques*; par MM. **B. Delachanal** et **A. Mermet**.

« Le petit appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie est destiné à faciliter l'observation des spectres qu'on obtient en faisant jaillir une étincelle électrique à la surface des solutions métalliques.

» Il se compose, dans sa partie essentielle, d'un tube capillaire traversé par un fil de platine pouvant s'y mouvoir, tout en permettant à un liquide de s'écouler goutte à goutte. Ce tube capillaire b, surmonté d'un réservoir qui contient la solution à examiner, traverse un bouchon fixé sur un tube fermé, dans le fond duquel passe un fil de platine c arrivant en regard du premier; l'excès du liquide s'écoule dans un réservoir inférieur, d'où l'on

peut le retirer ensuite pour le soumettre à d'autres expériences; on se sert pour cela d'une petite pipette.

» Cet appareil est placé sur un support isolant, et chacune des électrodes X et Z est mise en communication avec les réophores d'une bobine de Ruhmkorff.



» Quand, avec les appareils ordinaires, on veut observer des spectres, on est gêné par les inconvénients qui suivent : si l'étincelle est courte, le ménisque du liquide la cache en partie; si au contraire elle est longue, elle se ramifie, éclate dans différentes directions, ce qui empêche l'observation continue du spectre; si l'appareil n'est pas fermé, la fente de l'instrument est salie et corrodée par le liquide qui est projeté de toutes parts.

» Les inconvénients que nous venons de signaler disparaissent avec le fulgurator; l'étincelle, épanouie en houppe, a une direction invariable, permettant l'observation prolongée de spectres très-beaux et très-purs; de plus, la fente du spectroscope est à l'abri des accidents que nous venons

d'indiquer. Un autre avantage présenté par cet appareil, c'est qu'il permet de conserver le liquide examiné; par conséquent il pourra être employé avec avantage, même dans le cours d'une analyse quantitative.

» M. Lockyer, après avoir étudié le fonctionnement de notre appareil, nous a engagés à le faire connaître, avant d'avoir terminé les recherches analytiques auxquelles nous l'employons dans le Laboratoire de M. Dumas.

» M. Alvergniat a réalisé avec son habileté ordinaire la construction assez délicate de cet instrument. »

PHYSIQUE. — *Note sur la sursaturation*; par M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« M. Gernez a communiqué à l'Académie (*Comptes rendus*, séances du 26 janvier et du 27 juillet 1874, deux Notes d'après lesquelles on pourrait considérer comme récemment découvert le fait de la production, à température constante, de deux modifications cristallines d'une même substance. Je cite textuellement :

« ... Enfin je signalerai l'importance que présente le fait de la production, dans une même liqueur et à une même température, de deux hydrates différents pour résoudre la question de savoir à quel état se trouvent les corps dans leurs solutions (Note du 26 janvier, p. 286)... » « ... Cette nécessité d'une différence de température pour la production de ces deux formes cristallines incompatibles a été d'autant plus facilement admise qu'on ne comprendrait pas que, toutes choses égales d'ailleurs, il pût se produire deux figures d'équilibre du même corps qui fussent différentes. Je suis cependant parvenu à faire naître à volonté, dans le même liquide et à la même température, soit l'une, soit l'autre des deux formes du soufre : il m'a suffi pour cela de faire intervenir l'influence d'un germe de l'une ou l'autre forme. (Note du 27 juillet, p. 219.)

» Cette production, dans le même milieu et à la même température de deux espèces cristallines incompatibles dont l'une peut se transformer en l'autre par contact, n'est pas un fait isolé; j'ai reconnu des phénomènes analogues dans des solutions convenables de salpêtre. (Note du 27 juillet, p. 221).... »

» Si M. Gernez avait suivi les publications relatives à la sursaturation, il n'annoncerait pas comme nouvelle la découverte de phénomènes déjà connus, dont sa préparation des deux modifications du soufre, tout intéressante qu'elle soit, n'est que l'un des nombreux cas particuliers; il aurait également vu que la formation des variétés prismatique et rhomboédrique du nitre, dans une même liqueur et à la même température, avait été signalée par moi en 1866 (1). Il est juste de citer à cette occasion les expé-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 184 à 189. *Comptes rendus*, 1866, 2e semestre, p. 95.

riences très-connues et déjà anciennes de Lœwel, qui obtenait à une même température les sulfates de soude à 7 et à 10 équivalents d'eau.

» Dès la publication de mes premières études sur la sursaturation, j'ai insisté sur ce qu'à une même température on pouvait obtenir, soit plusieurs hydrates, soit plusieurs modifications de même composition. Ainsi, le sulfate de nickel m'a donné, à la température ordinaire, les types cristallins : 1° orthorhombique 7Aq (la forme habituelle); 2° quadratique 6Aq; 3° clinorhombique 6Aq; 4° clinorhombique 7Aq (1). Or le type quadratique 6Aq passait pour ne se former qu'au-dessus de 25 degrés; le type clinorhombique 6Aq, pour ne se former qu'au-dessus de 50 degrés. Des résultats analogues ont été obtenus avec les sulfates de cuivre, fer, cobalt, magnésium et zinc (2).

» Quant à l'importance que présentent ces faits pour la recherche de l'état des corps dissous, ce n'est pas d'aujourd'hui qu'elle est admise par les physiciens : témoin la discussion qui s'est établie à ce sujet entre M. Dubrunfaut et moi (3), discussion dans laquelle, à l'appui de l'hypothèse de la coexistence de plusieurs modifications au sein d'une solution, je citais la constance de couleur des solutions anciennes d'alun chromopotassique, qu'elles aient été préparées à chaud (vert-émeraude) ou à froid (bleu pur).

» Voici maintenant quelques remarques sur le rôle que M. Gernez attribue aux chaleurs dégagées.

« ... Il arrive souvent (dit M. Gernez) que, par suite de la chaleur dégagée par la solidification du soufre, la solution interposée cesse d'être sursaturée, et les cristaux de deux espèces ainsi isolés conservent leur forme (Note du 27 juillet, p. 220) ... « Lorsque cette solution est arrivée par refroidissement à la température de l'expérience, à 15 degrés par exemple, sans cristalliser, j'y introduis l'extrémité d'un fil rigide qui porte un cristal octaédrique; aussitôt des cristaux, tous octaédriques, naissent et grandissent lentement, car la chaleur de solidification du soufre est très-grande, et, à mesure qu'ils s'accroissent, le liquide qui les baigne s'échauffe et ne redevient sursaturé que lorsque la chaleur s'est en partie dissipée. Si j'amène, au contraire, dans le liquide un cristal prismatique, il se développe uniquement des prismes qui, suivant la concentration de la solution, présentent l'apparence de lames minces ou de prismes transparents de plusieurs centimètres de longueur, et qui s'allongent plus rapidement que les octaèdres, car la chaleur de solidification du soufre

---

(1) Le sulfate de nickel donnerait sans doute encore d'autres types; mais, dans mes expériences sur les sulfates magnésiens, je m'étais borné à l'étude de cinq formes cristallines.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVIII, p. 248-267; 1869.

(3) *Bulletin de la Société chimique*, 2e semestre, 1869.

prismatique est beaucoup moindre que celle du soufre octaédrique et, par suite, le liquide ambiant est moins échauffé. (Note du 27 juillet, p. 219-220.) »

» Il y a sans doute quelque chose d'incomplet dans le texte précédent, car M. Gernez n'a pu vouloir dire qu'un cristal peut produire assez de chaleur, en se déposant de sa solution, pour échauffer celle-ci au delà du point de stricte saturation, de façon que l'eau mère ne redevienne sursaturée qu'après perte de chaleur ? A peine, en effet, le point de saturation serait-il atteint (ce qui est même impossible pratiquement), que le cristal cesserait de s'accroître et de dégager de la chaleur. Même remarque relativement à la coexistence de deux types cristallins incompatibles dans une solution. Cette coexistence n'est que transitoire, car le type le plus stable (1) continue de croître dans une liqueur assez étendue pour dissoudre l'autre type, lequel, conséquemment, finira par disparaître.

» Ne peut-on pas se demander maintenant si la chaleur dégagée pendant la cristallisation permet d'expliquer le fait du plus rapide accroissement des cristaux de soufre prismatique ? Les prismes dégagent, il est vrai, moins de chaleur que les octaèdres; mais il suffit aussi d'une moindre élévation de température pour s'opposer au développement des premiers, que pour arrêter l'accroissement des seconds, qui sont plus stables.

» Je ne puis m'empêcher de penser que les chaleurs de cristallisation ne rendent pas compte de la rapidité variable de l'accroissement, et que la façon dont les molécules se groupent, s'attachent les unes aux autres, est ici la cause prépondérante, le dégagement de chaleur n'en étant que le résultat équivalent. Dans mon hypothèse, les molécules des types à rapide accroissement seraient moins intimement unies, leur arrangement en files serait hâté par le petit nombre de points de contact nécessaires pour leur union. Avec la condition d'un plus grand nombre de points de contact, la probabilité qu'une molécule, encore en dissolution, se présentera favorablement pour sa fixation, serait plus faible ; d'où, lenteur de l'accroissement, mais solidité supérieure de l'édifice cristallin et chaleur dégagée plus considérable.

» J'ai depuis longtemps signalé l'existence de cas où l'accroissement des

---

(1) M. Gernez appelle quelquefois « type le plus stable », celui qui naît spontanément avec le plus de facilité. Pour moi, le type le plus stable est celui qui détruit l'autre et qui, par conséquent, peut s'obtenir avec des liqueurs moins concentrées. J'ai, du reste, reconnu depuis longtemps (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XVIII, p. 274 ; 1869) que les types cristallins naissant spontanément étaient fréquemment les moins stables.

types moins stables est plus rapide (1); ce phénomène s'observe alors même que l'échauffement apparent des liqueurs est insensible, les cristallisations mettant des jours ou des semaines à s'accomplir; j'ai également annoncé que les cristaux de forme allongée (comme les prismes) paraissent avoir plus de tendance à s'accroître rapidement que ceux qui sont plus massifs (comme les octaèdres). Ainsi les prismes orthorhombiques 7 Aq du sulfate de nickel sont plus stables à 15 degrés que les octaèdres quadratiques 6 Aq : c'est le contraire à 40 degrés. Dans les deux cas, cependant, la concentration des liqueurs étant convenable, les prismes orthorhombiques croissent le plus rapidement, sauf à être ultérieurement détruits par les prismes quadratiques, si l'on opère vers 40 degrés. Cette observation n'est pas d'ailleurs citée comme un argument contre l'explication de M. Gernez; en effet, les idées que je me suis faites sur cette question conduisent à penser que certains cristaux peuvent dégager *à poids égal* plus de chaleur que d'autres cristaux plus stables; seulement, la chaleur produite par *la masse totale de chaque type* l'emporterait dans le cas des cristaux stables. Cela découle de l'hypothèse que j'ai toujours soutenue, de la coexistence de diverses modifications *toutes formées* dans la solution. Si la modification (A), qui, en cristallisant, dégage le plus de chaleur *à poids égal*, se trouve dans le liquide en faible quantité, relativement à une autre modification (B), cette dernière, en se déposant abondamment, troublera profondément l'équilibre cristallogénique, lequel tendra à se reconstituer aux dépens des autres types et notamment de (A), par rapport auquel la liqueur cessera bientôt d'être saturée (2).

» Après avoir constaté le rapide accroissement de certains hydrates et modifications dimorphiques peu stables, j'ai appliqué le principe théorique qui en découle au cas des différents systèmes de faces qui peuvent circonscrire un même cristal. Je comptais traiter ce point, avec le reste de la théorie de la sursaturation, dans un Mémoire que d'autres études m'ont empêché de terminer encore, bien que j'aie accumulé d'assez nombreux matériaux. Sur ce sujet je me bornerai à soumettre à l'Académie une Note

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 273, 280, 301; 1869.

(2) On peut concevoir aussi que le rétablissement de l'équilibre troublé ne s'opère pas avec la même vitesse pour les divers types cristallins dont j'admets la préexistence dans le liquide, et cela, par suite encore du plus ou moins grand nombre de conditions de contact nécessaires à la réunion des éléments de la molécule. Le type le plus stable (ou pour mieux dire celui de plus grand développement calorifique à poids égal) pourrait ainsi, non-seulement se déposer moins rapidement, mais aussi se former plus lentement dans la liqueur.

remontant à février 1868; j'aurais désiré en revoir et compléter la rédaction, mais il me semble que, en raison de sa date, le mieux est de la publier telle quelle, si l'Académie veut bien lui donner place dans un prochain numéro des *Comptes rendus.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du brome sur quelques alcools.* Note de M. É. HARDY.

« L'action du brome sur l'alcool a été étudiée depuis longtemps. Lœwig, en 1832, reconnut que le bromal est un des produits de cette réaction; il le prépara en versant peu à peu trois ou quatre parties de brome dans une partie d'alcool absolu, refroidi par de la glace, et, après avoir abandonné le mélange à lui-même pendant quinze jours et distillé les trois quarts du liquide, il ajouta de l'eau au résidu et recueillit des cristaux d'hydrate de bromal.

» A cette méthode, longue et peu avantageuse, Schæffer substitua le mode opératoire suivant : il fit arriver le brome en vapeur dans une quantité relativement faible d'alcool, et il obtint, comme produits de la réaction, du bromure d'éthyle, de l'acide bromhydrique avec un peu de brome, une petite quantité d'éther acétique, du bromal, du bromoforme, du tétrabromure de carbone et une matière qui se décompose par l'eau en donnant de l'acide bibromacétique.

» Ce procédé, comme celui de Lœwig, amène la formation d'un grand nombre de produits secondaires et ne laisse pas comprendre d'une manière simple les transformations que subit l'alcool en présence du brome. On arrive facilement à ce résultat en faisant tomber, à plusieurs reprises, une quantité convenable de brome dans un ballon à long col contenant de l'alcool absolu, de manière à éviter une trop forte élévation de température. On scelle le ballon à la lampe, et on le chauffe quelques heures à 100 degrés dans un bain d'eau bouillante. Quand la réaction est terminée, aucun gaz ne se dégage pendant l'ouverture des ballons, et le liquide, parfaitement décoloré, forme deux couches qu'il est facile de séparer à l'aide d'un entonnoir à robinet. La couche supérieure contient de l'acide bromhydrique en dissolution dans l'eau ; la couche inférieure, du bromure d'éthyle et du bromal en partie libre, en partie uni à une molécule d'alcool, combinaison comparable à l'alcoolate de chloral décrit par M. Personne, et à laquelle, d'après la même nomenclature, nous donnerons le nom d'*alcoolate*

de bromal, en réservant d'ailleurs toute interprétation théorique :

$$3(C^2H^6O) + 8Br = \underbrace{C^2H^5Br}_{\text{Éther bromhydrique.}} + \underbrace{C^2HBr^3O, C^2H^6O}_{\text{Alcoolate de bromal.}} + 4HBr + H^2O$$

$$2(C^2H^6O) + 8Br = \underbrace{C^2H^5Br}_{\text{Éther bromhydrique.}} + \underbrace{C^2HBr^3O}_{\text{Bromal.}} + 4HBr + H^2O;$$

ces substances se séparent par la distillation.

» Une réaction semblable se produit quand on remplace l'alcool éthylique par les alcools supérieurs de fermentation.

» *Alcool propylique.* — L'alcool propylique, chauffé à 100 degrés avec du brome dans des tubes scellés, se partage en deux couches : l'une formée par de l'eau tenant en dissolution de l'acide bromhydrique, l'autre formée d'éther propylbromhydrique et de propylalcoolate de propylbromal.

$$3(C^3H^8O) + 8Br = \underbrace{C^3H^7Br}_{\text{Éther propylbromhydrique.}} + \underbrace{C^3H^8O, C^3H^3Br^3O}_{\text{Propylalcoolate de propylbromal.}} + 4HBr + H^3O.$$

» Le propylalcoolate de propylbromal est un liquide légèrement jaunâtre, qui fournit à l'analyse les chiffres suivants :

	Trouvé.					Calculé.
	I.	II.	III.	IV.	V.	
C.........	21,9	22,5	21,1	»	»	20,3
H.........	3,0	3,0	»	»	»	3,0
Br.........	»	»	»	68,4	67,9	67,6

Ces nombres correspondent à la formule $C^3H^8O, C^3H^3Br^3O$.

» *Alcool butylique.* — L'alcool butylique, soumis à l'action du brome dans les mêmes circonstances, donne une réaction semblable ; mais, après un temps d'ébullition plus prolongé, on obtient deux couches : la couche inférieure, formée par de l'eau et par de l'acide bromhydrique ; la couche supérieure, composée d'éther butylbromhydrique, de butylalcoolate de butylbromal et d'un résidu non volatil qui se charbonne dès que la température s'élève.

» Le butylalcoolate de butylbromal fut soumis à la distillation dans un courant d'acide carbonique et donna à l'analyse

	Trouvé.	Calculé.
Br..................	63,4	62,6

chiffres qui correspondent à la formule $C^4H^5Br^3O, C^4H^{10}O$.

» Dans cette distillation, le butylbromal lui-même n'a pas été obtenu. En rectifiant la substance sous une pression de 40 centimètres, on n'a encore séparé que le butylalcoolate de butylbromal, comme le prouvent les analyses suivantes :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
C.	26,4	»	27,6
H.	»	»	3,9
Br.	»	62,8	62,6

La température s'est élevée à la fin de la distillation, et la masse contenue encore dans la cornue s'est décomposée en laissant un résidu de charbon.

» *Amylbromal*. — Le brome, en réagissant sur l'alcool amylique, donne également naissance à de l'eau chargée d'acide bromhydrique et à un liquide plus dense; celui-ci est formé d'éther amylbromhydrique, facile à séparer par la distillation, et d'un liquide qui se sépare par le refroidissement quand une partie d'éther a distillé. Ce liquide, mêlé avec de l'acide sulfurique, a été soumis à la distillation en diminuant la pression à l'aide d'une trompe. Il est passé un produit peu coloré : ce liquide a donné à l'analyse du brome le chiffre 51,4, intermédiaire entre les nombres 58,3 et 48,0, qui correspondent à une molécule d'amylbromal unie à une ou deux molécules d'alcool amylique.

» Ces recherches ont été faites à l'École de Médecine, dans le laboratoire de Chimie pharmacologique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la production d'acide oxamique par l'oxydation du glycocolle*; par M. R. Engel.

« Les formules du glycocolle $\begin{matrix} CH^2AzH^2 \\ CO\,OH \end{matrix}$ et de l'acide oxamique $\begin{matrix} CO\,AzH^2 \\ CO\,OH \end{matrix}$ ne diffèrent que par la substitution de 1 atome d'oxygène à 2 atomes d'hydrogène, ou inversement. Il m'a donc semblé qu'il serait possible de passer de l'une à l'autre de ces deux substances.

» Je me suis d'abord occupé de l'action des corps oxydants sur le glycocolle, et l'expérience a confirmé mes prévisions.

» Du glycocolle en solution aqueuse fut traité par un poids double de permanganate de potasse, que j'y ajoutai par petites portions, de façon à éviter une trop grande élévation de température. L'action terminée, je soumis le liquide filtré à l'analyse, et je pus y constater, à côté de carbonate et d'oxalate de potasse, de fortes proportions d'oxamate de potasse,

qu'il est aisé de caractériser par sa transformation en acide oxalique sous l'influence de l'ébullition de sa solution. Cette transformation se fait surtout rapidement en présence d'un peu de potasse caustique; dans ce cas, il se dégage en même temps de l'ammoniaque.

» Pour démontrer la présence de l'acide oxamique, je dus d'abord me débarrasser de l'acide oxalique et de l'acide carbonique, en ajoutant au mélange un léger excès de chlorure de calcium, de façon à précipiter l'acide carbonique et l'acide oxalique à l'état de carbonate et d'oxalate de chaux. Après vingt-quatre heures de repos, le précipité fut recueilli sur un filtre, et je pus constater dans la liqueur filtrée la présence d'un corps qui, par l'effet de l'ébullition avec une solution de potasse, dégageait de l'ammoniaque, en même temps qu'il se formait, sous l'influence de l'excès du chlorure de calcium ajouté précédemment, un précipité blanc d'oxalate de chaux insoluble dans l'acide acétique, soluble dans l'acide chlorhydrique, et se transformant par la calcination en carbonate de chaux.

» Je pus, du reste, isoler l'acide oxamique, en versant du sous-acétate de plomb dans le liquide débarrassé d'acide oxalique par le chlorure de calcium. J'obtins ainsi de l'oxamate basique de plomb, qui fut mis en suspension dans l'eau et traité par un courant d'hydrogène sulfuré. Le liquide, débarrassé par la filtration du sulfure de plomb, et évaporé dans le vide de la machine pneumatique, me donna de l'acide oxamique qui, en solution étendue, ne précipite pas le chlorure de calcium, mais qui, comme je l'ai déjà dit, se transforme par une longue ébullition en oxalate acide d'ammoniaque, et alors donne avec le chlorure de calcium un précipité d'oxalate de chaux.

» L'ammoniaque donne, dans les solutions très-concentrées d'acide oxamique, un précipité blanc cristallin, peu soluble dans l'eau froide, d'oxamate d'ammoniaque.

» La transformation du glycocolle en acide oxamique, sous l'influence de l'oxydation par le permanganate de potasse, me porte à croire que le glycocolle provenant, dans l'économie, du dédoublement des acides biliaires, serait oxydé dans le sang, transformé en acide oxamique, lequel, comme la plupart des amides, s'hydraterait et se transformerait en acide oxalique. Le glycocolle serait donc éliminé de l'organisme sous forme d'acide oxalique, et serait une des sources de la production de cet acide dans l'économie. Je m'occupe actuellement de vérifier cette hypothèse par des expériences directes.

» Horsford, dans un travail sur le glycocolle (*Ann. der Chem. und Pharm.*,

t. LX, p. 1), a étudié l'action des oxydants sur ce corps. Il n'avait pas remarqué la formation d'acide oxamique, et dit avoir trouvé un acide auquel il attribue la formule $C^3H^6O^7$. Laurent et Gerhardt ont déjà fait remarquer combien l'obtention d'un semblable corps, par l'oxydation du glycocolle, est peu probable. Ils ont pensé que l'acide obtenu par Horsford était de l'acide glycolique; mais je ferai remarquer que l'auteur dit que le sel de chaux de cet acide (et c'est précisément ce sel qui a été analysé) est insoluble dans l'eau, même bouillante, ce qui n'est pas le cas pour le glycolate de chaux. Ce sel de chaux a été obtenu à l'état de précipité par Horsford, en traitant par le chlorure de calcium le liquide contenant en dissolution les produits d'oxydation du glycocolle. J'ai déjà dit que le précipité que j'avais obtenu était un mélange de carbonate et d'oxalate de chaux.

» Enfin, à côté du carbonate, de l'oxalate et de l'oxamate de potasse, il y a encore d'autres corps parmi les produits de l'oxydation du glycocolle, corps provenant de l'oxydation de l'acide oxamique lui-même. J'y reviendrai dans une prochaine Note sur les produits de l'oxydation de l'acide oxamique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la chaleur sur le diphénylméthane et le phényltoluène, carbures isomères; sur les produits de réduction de la benzophénone.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note précédente (1), j'ai fait voir que le fluorène pouvait être représenté par la formule $C^{26}H^{10}$, et j'ai donné en même temps la description de quelques dérivés de ce carbure; je reviendrai prochainement sur ce sujet pour le compléter.

» Je me propose ici de faire connaître le résultat des expériences que j'ai tentées dans le but de réaliser la synthèse du fluorène. Ce carbure ayant pour formule $C^{26}H^{10}$, en enlevant H^2 aux carbures $C^{26}H^{12}$, on pouvait espérer arriver au fluorène ou à un carbure isomère; or il existe plusieurs carbures possédant la formule $C^{26}H^{12}$: on a d'abord le diphénylméthane, découvert par M. Zincke, qui peut se représenter par

$$C^{12}H^4, C^2H^2[C^{12}H^6] = C^{26}H^{12};$$

ensuite le phényltoluène, qui peut s'écrire

$$C^2H^2, C^{12}H^4[C^{12}H^6] = C^{26}H^{12},$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 442.

que j'ai préparé en faisant réagir le sodium sur un mélange de benzine bromée et de toluène bromé. Comme il existe deux bromotoluènes, il doit y avoir au moins deux phényltoluènes. J'ai donc étudié l'action déshydrogénante de la chaleur sur le diphénylméthane et sur celui des deux phényltoluènes qui dérive du bromotoluène *liquide;* j'ai aussi examiné les produits de réduction de la benzophénone $C^{26}H^{10}O^2$.

» *Action de la chaleur sur le diphénylméthane.* — Le diphénylméthane

$$C^{12}H^4, C^2H^2[C^{12}H^6]$$

et le dibenzyle

$$C^{12}H^4, C^2H^2[C^2H^2C^{12}H^6]$$

présentent, comme on le voit, une certaine analogie de structure : dans le diphénylméthane, les groupes phényliques sont réunis par un groupe forménique; dans le dibenzyle, ils le sont par deux. Il était donc permis de supposer que le diphénylméthane se comporterait sous l'influence de la chaleur comme son homologue supérieur.

» Le dibenzyle donnant

$$2C^{28}H^{14} = C^{28}H^{12} + 2C^{14}H^8,$$

le diphénylméthane devrait donner

$$2C^{26}H^{12} = C^{26}H^{10} + C^{14}H^8 + C^{12}H^6.$$

» L'expérience m'a montré que cette prévision n'était pas fondée. En effet le diphénylméthane cristallisé est pur; chauffé dans des tubes clos pendant cinq minutes, il donne un produit composé de deux parties, une partie solide et une partie liquide. Le produit solide est de l'anthracène facilement purifiable et sur lequel on peut vérifier tous les caractères; le produit liquide est composé de benzine et de toluène, la benzine étant en quantité plus considérable que le toluène. L'équation suivante :

$$2C^{26}H^{12} = \underbrace{C^{28}H^{10}}_{\text{Anthracène.}} + 2C^{12}H^6 + H^2$$

représente la réaction principale; il se produit simultanément une réaction secondaire dans laquelle l'hydrogène libre, réagissant sur le diphénylméthane en excès, le détruit en reproduisant les carbures générateurs

$$C^{26}H^{12} + H^2 = C^{12}H^6 + C^{14}H^8.$$

Je n'ai pas trouvé trace de fluorène, et l'anthracène formé dans cette réaction présente les lamelles brunes, ce qui indique la présence d'une petite quantité de phénanthrène.

» *Action de la chaleur sur le phényltoluène.* — Le phényltoluène est un carbure liquide bouillant entre 258 à 260 degrés; d'une odeur aromatique analogue à celle du diphényle, il est isomérique avec le précédent. Je l'ai obtenu en traitant par le sodium un mélange de benzine bromée et de bromotoluène *liquide*. Il se produit en même temps du diphényle, dont il est presque impossible de se débarrasser. L'analyse suivante indique la présence d'une petite quantité de ce carbure :

		$C^{26}H^{12}$.
C.	93,0	92,8
H.	7,1	7,2

» Placé dans les mêmes conditions que le diphénylméthane, le phényltoluène régénère de la benzine et du toluène, mais il ne se fait pas d'anthracène. Le produit de déshydrogénation est un liquide épais, bouillant vers 300 degrés, dont je n'ai pas poursuivi l'étude faute de moyens pour le caractériser. Pour tous ces carbures pyrogénés, en effet, l'analyse élémentaire est insuffisante, car ils présentent dans leur composition centésimale des différences du même ordre de grandeur que les erreurs d'analyse. Dans cette réaction, on n'observe ni fluorène ni carbure cristallisé.

» *Réduction de la benzophénone par la poudre de zinc.* — M. Stœdel a signalé comme produit de cette réduction un carbure liquide qu'il a identifié au diphénylméthane, quoiqu'il n'ait pu le faire cristalliser. Relativement à ce carbure, j'ai observé quelques différences, que je crois devoir signaler : il ne cristallise pas dans un mélange réfrigérant, même quand on y projette un cristal de diphénylméthane; rectifié plusieurs fois sur le sodium, il bout à 269-270 degrés (température corrigée). Il a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	I.	II.	$C^{26}H^{14}$.	$C^{26}H^{12}$.
C.	91,96	91,98	92,3	92,8
H.	7,25	7,39	7,7	7,2

Ce n'est donc pas du diphénylméthane.

» Enfin, ce qui le différencie d'une manière très-nette du diphénylméthane, c'est que, chauffé à 500 degrés, en vase clos, il ne donne ni anthracène, ni benzine, mais bien une petite quantité de toluène. Le carbure pyrogéné complémentaire est un liquide visqueux. Ici, comme dans le cas du phényltoluène, il ne se forme pas de fluorène. »

MINÉRALOGIE. — *Curieuse association de grenat, d'idocrase et de datolithe.* Note de M. J. LAWRENCE SMITH, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Des échantillons d'une roche contenant ces minéraux me furent envoyés, il y a quelque temps, de Santa-Clara (Californie).

» Après examen, je trouvai les échantillons composés de quatre minéraux associés ensemble, savoir : le spath calcaire, qui représentait la roche de la localité d'où elle provenait, la datolithe, le grenat et l'idocrase. La datolithe est incolore et cristalline, sans toutefois présenter de cristaux; elle est parfaitement pure, comme on le voit, par l'analyse suivante, faite sur une portion dont le calcaire avait été soigneusement séparé :

Silice	38,02
Acide borique	21,62
Chaux	33,87
Eau	5,61
	99,12
Densité	2,988

» L'association de ce minéral avec le grenat et l'idocrase a été observée ici, je crois, pour la première fois.

» Le grenat est de la variété connue sous le nom de *cinnamon stone* (essonite). Les cristaux sont de très-grands dodécaèdres parfaits, verts à l'extérieur, et d'une couleur cannelle à l'intérieur; quelques-uns mesurent 3 à 4 centimètres de diamètre. Leur analyse m'a donné :

Silice	42,01
Alumine	17,76
Peroxyde de fer	5,06
Oxyde de manganèse	0,20
Chaux	35,01
Magnésie	0,13
	100,17
Densité	3,59

» L'idocrase se montre en cristaux fibro-compactes, de couleur verte; ce minéral est en contact avec le grenat; mais il présente une singularité particulière, en ce qu'il pénètre les cristaux de grenat dans lesquels il se fond pour ainsi dire, laissant des traces si peu sensibles, qu'il est difficile de dire où l'idocrase finit et où le grenat commence.

» Un grand cristal de grenat, coupé en deux et poli, montre l'idocrase qui le pénètre comme autant de filets verts.

» L'idocrase, soigneusement séparée du grenat, m'a donné les résultats qui suivent :

Silice	36,56
Alumine	17,04
Peroxyde de fer	5,93
Oxyde de manganèse	0,18
Chaux	35,94
Magnésie	1,07
Potasse	0,51
Perte au feu	2,00
	99,23
Densité	3,445

» Je ne connais pas de localité où les minéraux ci-dessus se trouvent associés de la manière que je viens de décrire, et ce qui regarde le grenat et l'idocrase offre un intérêt tout particulier. En effet, si l'on trouve ces minéraux fréquemment associés, on ne voit pas que leurs cristaux se pénètrent de manière à ne former entre eux qu'une même masse uniforme, dans laquelle chacune des substances garde son identité individuelle. On se fait difficilement une idée d'une pareille association entre le grenat et l'idocrase, quand on considère leurs formules respectives :

Grenat . . . . $(\frac{1}{2}\dot{R}^3 + \frac{1}{2}\ddot{R})^2\ddot{S}i^3$,

Idocrase . . . . $(\frac{3}{5}\dot{R}^3 + \frac{2}{5}\ddot{R})^2\ddot{S}i^3$. »

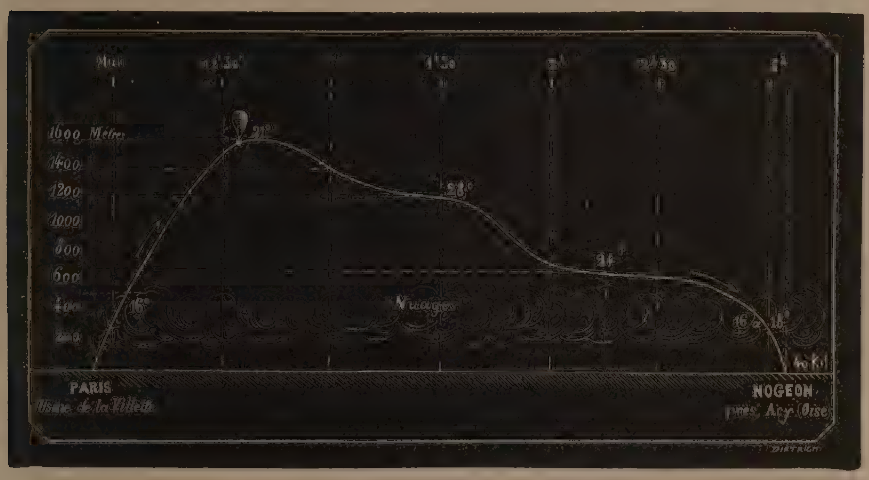
M. **Des Cloizeaux**, à propos de cette Communication, fait observer que l'on connaît depuis longtemps, dans un calcaire saccharoïde grisâtre des Hautes-Pyrénées, des cristaux de grenat brun dont la partie centrale est occupée par un cristal d'idocrase d'un vert sombre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques en ballon;* par M. G. **Tissandier**. (Extrait.)

« Dans la dix-neuvième ascension aérostatique que j'ai exécutée le 24 septembre 1874, avec mon frère, M. W. de Fonvielle et trois autres voyageurs (1), j'ai pu faire un certain nombre d'observations, qui me paraissent offrir quelque intérêt au point de vue météorologique.

(1) Les frais de cette ascension ont été faits par M. H. Giffard, que nous sommes heureux de remercier ici, pour sa libéralité.

» Au moment du départ, qui a eu lieu à l'usine à gaz de la Villette, à 11h55m, le ciel était couvert de nuages gris; l'air était cependant assez limpide à la surface du sol. Ces nuages étaient très-rapprochés de la terre; jamais, dans aucun de nos voyages aériens précédents, nous n'en avons rencontré à une aussi faible distance. En effet, notre nacelle s'y trouva plongée à l'altitude de 150 mètres; à 500 mètres, elle s'échappa de leur partie supérieure. Un ciel bleu, un soleil ardent s'offrirent à notre vue : le massif de vapeurs prit l'aspect d'un plateau circulaire, d'un blanc éblouissant, et ayant sa surface formée de mamelons arrondis.



Ascension aérostatique exécutée le 24 septembre 1874.

» Notre voyage aérien s'exécuta à trois niveaux différents : de 1600 à 1200 mètres, de 1200 à 800 mètres, de 800 à 550 mètres.

» A 1600 mètres, la température était de 21 degrés à l'ombre; près des nuages, elle était de 24 degrés. Dans la région moyenne de 1200 mètres, vers 1h30m, le thermomètre s'éleva à 28 degrés. Le thermomètre à boule mouillée marquait alors 21 degrés. Le soleil était tellement ardent, que nous fûmes obligés de nous couvrir la tête de nos mouchoirs pour éviter des insolations.

» En nous rapprochant des nuages, nous sentîmes une vive impression de fraîcheur. A 2h30m, l'écran des nuages nous cachait toujours la vue de la terre; mais des voix nombreuses, que nous entendîmes, nous indiquèrent que nous étions vus distinctement de la surface du sol. Les nuages étaient,

par conséquent, transparents de bas en haut et opaques de haut en bas. Il nous fut possible de demander des renseignements à des spectateurs invisibles pour nous, et qui nous apercevaient. Sur notre demande, ils nous dirent où nous étions et nous apprirent que le vent était faible à terre.

» Nous opérâmes l'atterrissage dans d'excellentes conditions à Nogeon, près Acy-en-Multien (Oise), à 40 kilomètres de notre point de départ. Le courant supérieur qui nous avait entraînés avait donc une vitesse très-modérée, de 13 kilomètres environ à l'heure. »

PHYSIQUE. — *Note sur des observations spectroscopiques, faites dans l'ascension du 24 septembre 1874, pour étudier les variations d'étendue des couleurs du spectre;* par M. **W. de Fonvielle.** (Extrait.)

« M. N. Lockyer, pensant que l'étendue relative des diverses parties du spectre doit être modifiée rapidement dans les ascensions aérostatiques, m'a engagé à essayer ce genre d'observation dans l'ascension du 24 septembre.

» J'ai employé à cet effet un spectroscope à main de M. Lentz, qui porte une fente graduée, permettant de diminuer assez notablement l'amplitude du faisceau admis dans l'intérieur de l'instrument pour qu'il soit possible de regarder directement le Soleil.

» J'ai fait l'observation à trois reprises différentes et à des niveaux variant depuis 1500 jusqu'à 1000 mètres. Je n'ai pu la renouveler plus fréquemment, à cause de la fatigue causée par l'intensité des rayons solaires. J'ai constaté que la teinte bleue avait envahi l'espace occupé par les rayons indigo et par les rayons violets, tandis que les rayons rouges étaient restés sensiblement les mêmes qu'à terre.

» M. Lockyer suggère deux séries d'observations : la première faite à midi, la seconde au coucher du Soleil. Il a été impossible de faire la seconde série, parce que le ballon n'a pu rester en l'air au delà de trois heures et quart; mais la série que j'ai pu exécuter l'a été dans les conditions qu'il indique, au-dessus des nuages et à un niveau où la quantité de vapeur aqueuse répandue dans l'air était exceptionnellement faible.

» Lorsque le ballon s'est rapproché de la surface supérieure des nuées, le violet et l'indigo ont reparu à la place qu'ils occupent.

» Je ne tirerai aucune conclusion d'une observation encore isolée, et que j'espère recommencer dans des conditions meilleures.

» Je ferai seulement remarquer, en terminant, qu'il doit être possible, par des ascensions faites surtout en hiver, de se débarrasser à peu près

complétement de l'action de la vapeur d'eau sur les rayons solaires sans diminuer notablement l'épaisseur de la couche atmosphérique.

» Les observations dont je présente le résultat ont été faites entre midi et 2 heures. »

GÉOLOGIE. — *De la faible influence qu'ont exercée les eaux diluviennes sur la formation des vallées du bassin de Paris.* Note de M. **E. Robert.** (Extrait.)

« ... Tout nous porte à conclure, d'après l'examen scrupuleux des vallées de l'Oise et de l'Aisne, que la configuration du bassin de Paris n'a guère changé depuis que ce bassin a été abandonné par les eaux lacustres, qui l'auraient occupé après le retrait définitif de la mer; loin de voir le fond de nos vallées se creuser davantage, il faudrait, au contraire, n'être pas surpris de son exhaussement progressif. En d'autres termes, nous croyons pouvoir établir trois grandes divisions dans les phénomènes géologiques et physiques dont ces vallées ont été et sont encore le théâtre : 1° période lacustre ou fluviatile, d'une durée indéterminée; 2° période diluvienne, fort courte; 3° période humaine ou historique, durant encore. »

La séance est levée à 6 heures. D.

ERRATA.

(Séance du 7 septembre 1874.)

Page 624, ligne 31, *au lieu de* août 19 à 23... 20°,3, *lisez* août 19 à 23... 19°,3.

Même page, lignes 13, 16 et 17, *supprimez les mots* 30 jours et 31 jours.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Sept. 1874.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES du jardin.			THERMOMÈTRES du pavillon.			EXCÈS SUR LA MOYENNE normale de chaque jour.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol				THERMOMÈTRES CONJUGUÉS dans le vide (T' − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à $0^m,02$.	à $0^m,10$.	à $0^m,30$.	à $1^m,00$.					
	mm	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	mm			
1	752,8	15,6	33,6	24,6	16,0	33,4	24,7	7,5	20,7	19,7	19,1	18,2	7,9	11,3	54	»	8,0
2	756,0	16,8	26,9	21,9	17,1	26,4	21,8	4,6	19,7	20,1	19,8	18,3	5,7	12,4	71	»	1,0
3	753,5	14,7	23,8	19,3	15,1	22,6	18,9	2,0	17,7	18,9	19,6	18,4	2,6	11,4	80	»	10,5
4	757,9	11,0	22,0	16,5	11,1	21,8	16,5	-0,4	15,7	17,3	18,7	18,5	7,1	8,6	68	»	12,0
5	758,2	9,5	21,6	15,6	9,9	22,0	16,0	-0,9	15,9	17,1	18,2	18,4	7,7	8,1	68	»	14,0
6	757,0	11,6	22,1	16,9	12,0	22,2	17,1	0,3	16,7	17,3	18,2	18,3	9,3	9,3	72	»	6,0
7	758,1	10,3	21,6	16,0	10,6	22,0	16,3	-0,3	16,7	17,4	18,0	18,2	5,7	9,1	69	»	8,0
8	756,2	11,0	25,9	18,5	11,3	25,3	18,3	1,7	17,9	18,1	18,2	18,1	6,0	9,1	61	»	7,5
9	747,4	13,1	24,5	18,8	13,8	24,3	19,1	2,5	16,8	17,7	18,4	18,1	5,1	10,3	76	»	8,5
10	751,1	11,2	20,8	16,0	11,2	20,8	16,0	-0,5	15,1	16,5	17,8	18,1	7,6	8,0	66	»	14,5
11	753,5	11,7	18,3	15,0	11,7	18,3	15,0	-0,8	15,0	15,8	17,1	18,0	1,6	10,9	84	»	16,5
12	749,4	16,1	21,0	18,6	16,1	21,1	18,6	3,2	16,4	16,7	17,1	17,7	2,5	11,1	82	»	14,5
13	759,4	9,5	18,9	14,2	9,5	18,5	14,0	-1,6	15,2	15,8	16,8	17,7	7,7	8,1	73	»	5,0
14	764,9	8,4	17,4	12,9	8,6	17,0	12,8	-2,7	14,3	15,1	16,2	17,5	7,6	7,0	70	»	3,0
15	760,9	5,4	19,6	12,5	5,8	18,8	12,3	-3,5	14,0	14,7	15,7	17,3	6,8	7,1	71	»	3,5
16	756,4	7,1	20,1	13,6	7,2	19,2	13,2	-2,5	14,3	14,6	15,4	17,0	3,8	8,6	76	»	4,0
17	752,2	6,6	20,7	13,7	6,9	20,8	13,9	-2,1	14,5	14,8	15,4	16,8	5,2	8,8	77	»	5,0
18	757,0	10,6	20,6	15,6	10,8	20,7	15,8	0,0	15,2	15,3	15,6	16,7	7,9	8,1	70	»	3,5
19	757,9	6,5	20,7	13,6	7,0	20,0	13,5	-1,9	14,7	14,9	15,8	16,5	4,6	8,2	72	»	3,5
20	752,4	8,4	25,5	17,0	8,7	24,2	16,5	1,7	15,9	15,6	15,7	16,5	4,2	9,9	69	»	5,0
21	749,0	13,6	25,3	19,5	14,3	25,2	19,8	5,0	16,5	16,5	16,3	16,4	6,0	9,7	63	»	13,5
22	756,0	11,5	22,2	16,9	12,2	21,9	17,1	2,2	15,9	16,4	16,5	16,5	5,6	10,0	73	»	12,0
23	753,9	13,6	19,1	16,4	14,1	19,1	16,6	2,1	16,4	16,5	16,5	16,5	1,0	13,2	96	»	9,5
24	761,6	13,4	21,1	17,3	13,4	21,0	17,2	2,2	16,7	16,7	16,6	16,6	3,6	11,8	90	»	12,0
25	764,3	9,8	23,5	16,7	10,0	22,6	16,3	1,4	16,7	16,6	16,6	16,6	6,3	10,9	83	»	4,0
26	760,8	11,0	25,0	18,0	11,0	24,2	17,6	3,1	16,6	16,6	16,7	16,6	6,8	10,5	73	»	3,0
27	756,2	10,6	26,5	18,6	10,9	26,4	18,7	4,3	16,9	16,7	16,6	16,6	7,5	11,5	73	»	5,5
28	754,8	14,5	24,9	19,7	14,9	24,5	19,7	5,3	17,5	17,3	17,0	16,6	3,2	12,4	79	»	11,5
29	753,9	13,6	22,3	18,0	13,7	22,1	17,9	3,5	16,6	17,4	17,1	16,6	4,5	10,6	75	»	15,0
30	752,1	12,1	20,3	16,2	12,4	20,5	16,5	2,2	16,3	16,4	16,7	16,7	2,1	11,5	83	»	8,5
Moy.	755,8	11,3	22,5	16,9	11,6	22,2	16,9	1,2	16,3	16,7	17,1	17,3	5,4	9,9	74	»	8,3

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Sept. 1874.

Dates.	Magnétisme terrestre. Déclinaison moyenne.	Inclinaison moyenne.	Intensité.	Pluie. à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.	Évaporation.	Vents. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.	Nébulosité (0 à 10).	Remarques.
	° ′			mm	mm	mm		k			
1	17.21,8	»	»	0,1	0,1	6,7	S à OSO	9,1	SSO	6	Pluvieux le matin. Orages lointains durant la soirée.
2	22,2	»	»	10,5	10,1	3,1	S à OSO	8,2	SO	9	Violent orage et ondées de minuit à 3 h. du matin.
3	23,2	»	»	3,5	3,4	2,7	SSE à SSO	9,2	S	9	Bourrasques durant la soirée ; pluvieux tout le jour.
4	22,9	»	»	0,7	0,6	3,8	SO	12,7	SO	8	Pluies de 11 h. du soir à minuit (*b*).
5	22,2	»	»	0,1	0,1	2,9	SO	6,1	NO-SO	7	Quelques gouttes de pluie avant 1 h. du matin (*b*).
6	21,8	»	»	0,4	0,4	2,8	O	3,8	SO	9	Pluvieux durant la soirée.
7	22,7	»	»	»	»	2,1	O	3,8	O	8	Rosée le matin.
a) 8	20,5	»	»	»	»	3,0	S	2,9	O	7	Rosée le matin
9	22,5	»	»	7,2	7,0	2,8	SO	8,4	SO	8	Pluie l'après midi à diverses reprises et dans la soirée avec éclairs (*b*).
a) 10	23,6	»	»	»	»	3,6	OSO	10,2	OSO à NO	7	Quelques bourrasques (*b*).
11	21,1	»	»	7,0	7,0	1,8	SO	16,7	SO	9	Temps de bourrasques et continuellement pluvieux (*b*).
a) 12	23,7	»	»	3,4	3,1	2,1	SO-ONO	13,8	SO à ONNO	7	Bourrasques et pluies jusque vers 3 h. du soir (*b*).
a) 13	23,4	»	»	»	»	3,8	N	8,0	N	4	Rosée matin et soir.
14	23,2	»	»	»	»	3,4	N à ESE	8,7	SE-NE	2	Rosée matin et soir.
15	23,4	»	»	»	»	2,1	NO à NE	2,3	»	3	Rosée matin et soir
16	22,1	»	»	»	»	1,5	NO à ENE	2,1	NE	9	Rosée matin et soir.
a) 17	23,1	»	»	0,0	0,0	1,6	SSO	2,2	SO	9	Brouillard épais le matin ; gouttes de pluie à 6 h. 30 m. soir.
18	22,5	»	»	»	»	2,7	ONO	2,9	SO	3	Rosée le matin.
19	22,7	»	»	»	»	2,0	ENE	1,6	»	4	Rosée matin et soir.
20	22,4	»	»	0,0	0,0	2,8	ESE	3,1	S	8	Brumeux ; quelques gouttes de pluie le matin (*c*).
21	22,1	»	»	1,2	1,1	4,9	SSO	9,9	SSO	7	Pluie vers 8 h. matin et dans la soirée avec éclairs (*c*).
22	22,0	»	»	0,0	0,0	2,5	S	5,3	SSO	8	Gouttes de pluie avant 6 h. matin (*c*). Éclairs diffus le soir.
23	23,2	»	»	21,2	20,3	0,4	SSO	4,5	SSO	10	Ondées fréquentes jusqu'à la nuit.
24	22,4	»	»	»	»	0,6	SSO	2,5	»	5	Brouillard le matin ; rosée le soir.
25	22,7	»	»	»	»	1,1	SE	1,0	»	3	Brouillard le matin ; rosée le soir.
26	22,9	»	»	»	»	1,9	ESE	1,3	»	5	Rosée matin et soir.
27	22,8	»	»	0,0	0,0	3,1	SSO	4,5	SSO	5	Rosée le matin ; éclairs depuis 9 h soir ; l'orage éclate à 11 h. 50 soir le 27, et dure jusque vers 3 h. du matin.
28	23,2	»	»	7,5	6,8	2,2	SSO	6,8	SSO	9	
a) 29	24,1	»	»	»	»	3,3	S	9,2	SO	8	Rosée le matin.
30	23,6	»	»	5,3	5,1	1,0	SSO à E	3,6	SSO	9	Grains orageux après midi ; éclairs diffus pendant la soirée.
Moyen. ou totaux.	17.22,6	»	»	68,1	65,1	78,3		6,1		6,8	

(*a*) Perturbations magnétiques. — (*b*) Lueurs ou plaques aurorales. — (*c*) Les hirondelles nous quittent.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,89	756,31	755,83	755,07	755,00	755,43	755,53	755,56
Pression de l'air sec	746,23	745,88	745,61	745,58	745,12	745,56	745,63	745,65
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin) (*a*) (*b*)	12,39	16,33	19,92	20,70	17,91	15,61	14,20	16,11
» (pavillon)	12,70	16,69	20,02	20,83	18,10	15,68	14,20	16,26
Thermomètre à alcool incolore	12,26	16,22	19,77	20,63	17,78	15,46	14,04	15,96
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	12,73	29,70	36,27	34,51	17,74	»	»	26,19
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	12,08	21,66	26,61	26,34	17,48	»	»	20,83
Excès (T' — *t*)	0,65	8,04	9,66	8,17	0,26	»	»	5,36
Température du sol à $0^m,02$ de prof.	14,70	15,45	17,25	18,01	17,43	16,45	15,73	16,28
» $0^m,10$ »	16,14	15,94	16,47	17,25	17,35	17,15	16,76	16,68
» $0^m,20$ »	17,26	17,08	17,03	17,20	17,45	17,60	17,55	17,32
» $0^m,30$ »	17,15	17,04	16,99	16,96	17,05	17,22	17,23	17,11
» $1^m,00$ »	17,32	17,33	17,34	17,34	17,33	17,32	17,30	17,32
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Tension de la vapeur en millimètres	9,66	10,43	10,22	9,49	9,88	9,87	9,90	9,91
État hygrométrique en centièmes	89,2	75,5	59,6	53,3	64,9	74,8	81,6	73,8
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pluie en millimètres à $1^m,80$ du sol	18,5	4,2	10,0	16,3	11,6	3,2	1,3	t. 65,1
» (à $0^m,10$ du sol)	19,9	4,6	10,1	17,1	11,7	3,3	1,4	t. 68,1
Évaporation totale en millimètres	7,03	5,36	14,06	20,05	18,27	7,64	5,93	t. 78,3
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	4,6	5,5	8,0	8,6	7,6	4,8	4,9	»
Pluie moy. par heure (à $1^m,80$ du sol)	3,08	1,40	3,33	5,43	3,87	1,07	0,43	»
Évaporation moyenne par heure	1,17	1,79	4,69	6,68	6,09	2,55	1,98	»
	'	'	'	'	'	'	'	'
Déclinaison magnétique (*c*) 17° +	19,0	20,7	29,0	27,3	22,3	20,4	20,2	22,6

Tempér. moy. des maxima et minima (parc) .... 16°,9
» » (pavillon du parc) 16,9
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie) 19,4

(*a*) *Températures moyennes diurnes calculées par pentades :*

Août 29 à sept. 2	19°,2	Sept. 8 à 12	16°,2	Sept. 18 à 22	16°,0
Sept. 3 à 7	15,7	» 13 à 17	12,9	» 23 à 27	16,3

(*b*) *Températures moyennes horaires :*

1h matin	13°,40	1h soir	20°,62
2	12,50	2	20,92
3	11,78	3	20,72
4	11,45	4	20,05
5	11,66	5	19,04
6	12,39	6	17,91
7	13,49	7	16,88
8	14,91	8	16,11
9	16,34	9	15,60
10	17,70	10	15,24
11	18,92	11	14,84
Midi	19,93	Minuit	14,21

(*c*) *Déclinaisons moyennes horaires :*

1h matin	17°.20',6	1h soir	17°.29',3
2	21,8	2	29,0
3	22,2	3	27,3
4	21,8	4	25,3
5	20,0	5	23,0
6	19,0	6	22,3
7	18,8	7	22,1
8	18,8	8	21,0
9	20,7	9	20,4
10	23,7	10	19,9
11	27,3	11	20,3
Midi	29,0	Minuit	20,2